

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM MÁQUINAS TÉRMICAS ATRAVÉS DO USO DE SENSORES

WAGNER CUNHA DA SILVA¹, WAGNER ANDERSON SOUZA FIGUEIREDO² e FRANCISCO JOSÉ COSTA ARAÚJO³

¹Discente em Engenharia Elétrica POLI, UPE, Recife-PE, wcs@poli.br;

²Discente em Engenharia Elétrica, UPE, Recife-PE, wasf@poli.br;

³Dr. em Engenharia de Produção, Prof. Titular POLI, UPE, Recife-PE, francisco.araujo51@gmail.com;

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
15 a 17 de setembro de 2021

RESUMO: Este trabalho objetivou identificar o aumento da eficiência energética em máquinas térmicas utilizando sensores. As termelétricas são seguras, confiáveis e possuem um tempo de resposta rápida quando são despachadas, todavia, as máquinas térmicas possuem perdas em seu processo, consequentemente reduzindo o seu rendimento e trazendo perdas financeiras ao empreendimento. Diante dessa problemática a UTE PEIII (Usina Termelétrica Pernambuco III) através de projeto P&D (Pesquisa e Desenvolvimento) junto a Aneel (Agência Nacional de Energia Elétrica), Instituto Gnarus (Organização não Governamental) e o IATI (Instituto Avançado de Tecnologia e Inovação) estão desenvolvendo uma metodologia ao qual através do uso de sensores e de software que acompanham os parâmetros do conjunto motor-gerador da UTE PEIII, cuja a finalidade é gerenciar os ativos, aumentando o seu rendimento, confiabilidade e retorno financeiro a companhia.

PALAVRAS-CHAVE: Máquinas Térmicas, Eficiência Energética, Sensores

ENERGY EFFICIENCY IN THERMAL MACHINES THROUGH THE USE OF SENSORS

ABSTRACT: This work aimed to identify the increase in energy efficiency in thermal machines using sensors. Thermoelectric plants are safe, reliable and have a fast response time when they are dispatched, however, thermal machines have losses in their process, consequently reducing their yield and bringing financial losses to the enterprise. Faced with this problem, UTE PEIII (Pernambuco Thermoelectric Power Plant) through a R&D project (Research and Development) with Aneel (National Electric Energy Agency), Gnarus Institute (Non-Governmental Organization) and IATI (Advanced Institute of Technology and Innovation) are developing a methodology which, through the use of sensors and software that monitor the parameters of the UTE PEIII motor-generator set, whose purpose is to manage the assets, increasing their yield, reliability and financial return for the company.

KEYWORDS: Thermal Machines, Energy Efficiency, Sensors.

INTRODUÇÃO

Por ser um país de dimensões continentais e ao mesmo tempo populoso, o Brasil por esse e outros fatores se torna um grande mercado consumidor. A este mercado está associado ao grau de desenvolvimento do país, como também, a capacidade de se gerar e de se transmitir a energia elétrica, tornando dentre os setores da infraestrutura um dos mais dinâmicos seja por conta da matriz energética aproveitando o potencial de cada região, bem como, percorrer grandes distâncias para se transmitir a energia elétrica e por fim distribuindo essa energia ao cliente.

Dentre as matrizes energéticas que compõem o Sistema Interligado Nacional (SIN) tem-se as fontes renováveis (eólica, solar e hidráulica) e as não renováveis (nuclear, gás natural e derivados de petróleo), onde cada uma dessas fontes contribuem para tornar mais confiável a matriz energética nacional. Das fontes citadas, o objeto deste artigo será o da eficiência energética em geração termelétrica de motores à combustão da fabricante Wartsila modelo W20V32, que estão instalados na Usina Termelétrica Pernambuco III, localizada no estado de Pernambuco no município de Igarassu, cuja a capacidade de geração de energia em carga base é de 200 MW, onde a mesma está conectada ao SIN.

Os motores W20V32 recebem esse nome por conta da quantidade total de cilindros que são 20 em formato em “V” e por causa do diâmetro da camisa, que é 32 mm. São motores à combustão interna que utilizam como combustível o óleo diesel ou óleo do tipo Óleo Combustível Tipo 1(OCB1). Esses motores apresentam muita robustez e simplicidade são utilizados em diversos setores desde geração de energia ao setor naval.

Em plantas termelétricas através de seus processos energéticos de transformação é importante garantir menores perdas no processo associado ao consumo do equipamento, por conta disso a Termelétrica Pernambuco III através do projeto P&D, junto ao instituto Gnarus e o IATI é desenvolver uma metodologia que busca integrar uma rede composta por sensores (na captura de dados) e uma plataforma computacional que receberá e efetuará o acompanhamento dos parâmetros associados a geração. Esses dados serão analisados através da técnica de florestas aleatórias, que busca a obter uma melhor eficiência de todo o sistema.

MATERIAL E MÉTODOS

A busca pela melhoria contínua dos equipamentos através do controle das variáveis do processo de forma sistêmica é com a utilização de sensores e, posteriormente na outra ponta do processo, com a utilização de algoritmos para a realização de diagnósticos e estudos da sensibilidade térmica dos diversos componentes da usina, possibilitando uma clara visão energética da planta. Para isso será necessário dividir o estudo em três etapas.

A primeira etapa trata-se da instalação de sensores não invasivos no motor colocados em pontos estratégicos para realizar a coleta de dados que juntamente com os dados operacionais da unidade serão posteriormente utilizados para a montagem de modelos, com a conclusão dessa etapa o resultado esperado é a ampliação do conhecimento sobre o processo.

A segunda etapa será feito o tratamento da base de dados através da técnica de florestas aleatórias que trata da classificação dos algoritmos. Essa classificação compreende várias árvores de decisão individuais, e que através das características aleatórias formam-se estratégias que se tenham mais credibilidade e com isso evitando decisões inconsistentes. É evidente que a utilização das ferramentas possibilita a precisão na aplicação dos modelos e da aquisição automática desses dados, sem a interferência humana, ou seja, diminuindo a chance de erro e a possibilidade de simulações sobre os processos térmicos da usina tendo o controle dos parâmetros mesmo que de forma virtual, mas nem por isso menos confiável, uma vez que de posse dos dados pode-se “estressar” determinado sistema, ou pontos onde ocorre perdas de rendimento e quais fatores comprometem o funcionamento da planta. Então, o objetivo desta segunda etapa é a criação da confiabilidade no sistema de geração, tendo um maior controle, caso seja solicitado atendimento junto ao SIN.

A última etapa contempla a utilização da plataforma computacional para estudos com a finalidade de se alterar ou substituir equipamento ou método para que se possa obter um desempenho satisfatório. Nesta etapa também está incluso realizar análises desde a depreciação do ativo, os custos em geral da operação e o retorno financeiro realizado para se obter uma melhoria no processo.

Abaixo seguem as etapas do projeto.

1. Revisão teórica do estado da arte
2. Estudo das características da planta termelétrica
3. Montagem do sistema de observabilidade térmica
4. Especificação da instalação dos sensores térmicos na rede definidos na planta.
5. Desenvolvimento dos algoritmos de extração e interpretação dos dados para extrair conhecimento;
6. Acompanhamento das medidas na planta.
7. Desenvolvimento do módulo de observabilidade/simulação dos equipamentos.
8. Desenvolvimento do módulo de simulação de equipamentos.
9. Criação da interface e integração final dos módulos.
10. Instalação do pacote.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os processos de aquisição dos componentes envolveram a tríplice avaliação do conjunto especificação, prazo e custo, cuja conclusão convergiu para a melhor solução dentro dos requisitos. Por fazer parte de um projeto P&D da Aneel, o projeto foi enquadrado na cadeia de inovação na fase de pesquisa aplicada no programa de Pesquisa e Desenvolvimento da Aneel, premissa essa dada pela própria agência. Para isso é necessário que se cumpra os objetivos, ou seja, que a metodologia empregada ou protótipo utilizado faça parte de uma cadeia inovadora. Os resultados esperados são:

1. Criação de um ambiente de simulação e estudos de questões térmicas de uma termelétrica.
2. Estabelecimento de uma metodologia de análise do melhor ponto de operação por uma visão térmica da planta.
3. Estabelecimento de uma metodologia para troca/substituição de equipamentos.
4. Desenvolvimento de um pacote computacional amigável e de fácil entendimento.
5. Redução do tempo de análise de um problema.

Para tal será utilizado uma conjunto de sensores e uma rede de sinais dos quais alimentam uma plataforma computacional, que coletará as informações e alimentará um banco de dados e, posteriormente, interpretará os sinais adquiridos, mostrando o comportamento térmico dos equipamentos da usina, além de proporcionar simulações sobre estes processos térmicos. É um processo de aprendizagem e inteligência computacional para a tomada de decisão.

Para a interface entre o motor e a rede sem fio será dada foi decidido um dispositivo cuja funcionalidade é integrar os componentes (sensor de pressão, módulo WiFi e sistema de aquisição), conforme figura abaixo.



Fonte: Relatório das atividades do Instituto Gnarus (2021)

Além da instalação do dispositivo intracilindro foi adquirido o sensor de monitoramento de velocidade que através da fração de giro do volante do motor associado com a informação do dispositivo intracilindro irá permitir a avaliação da pressão de compressão no instante de ponto máximo superior do cilindro do motor o que resulta num maior aproveitamento das energias da combustão. Abaixo segue a imagem do sensor DFS60A-TDAM65536 da fabricante SICK.

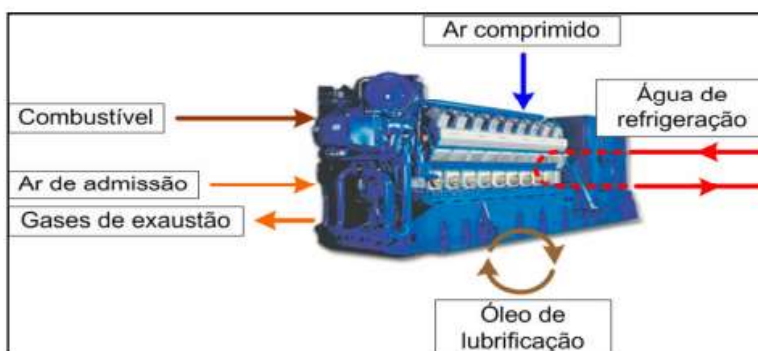


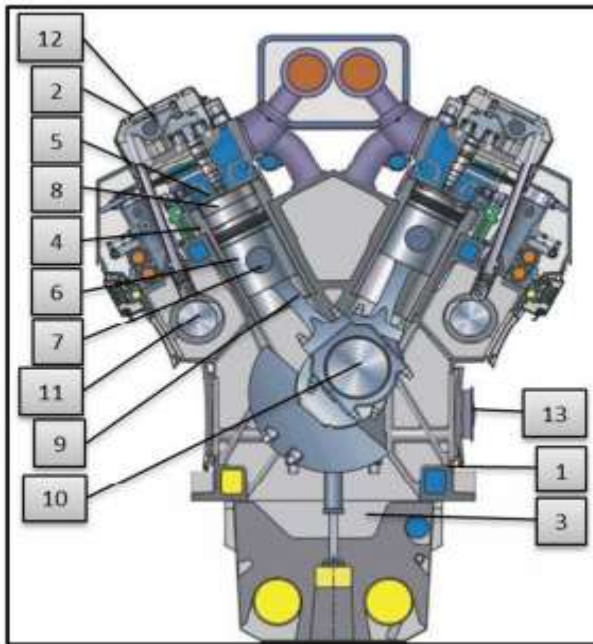
Fonte: Relatório das atividades do Instituto Gnarus (2021)

O sinal de detecção é feito através de duas subunidades: sensores e conversores analógicos-digitais (ADCs). A produção dos sinais analógicos ocorre por intermédio dos sensores aos quais são convertidos em sinais digitais que alimentam a unidade de processamento. A figura abaixo mostra um exemplo de como o sensor é montado no motor.

Para o desenvolvimento do algoritmo foi utilizado o programa Diesel RK, simulador este que é bastante utilizado em fabricantes de motores de combustão interna utiliza-se da termodinâmica dos processos internos do motor dos quais podem ser simulados. Para os dados de entrada utilizou-se a quantidade de cilindros e seus aspectos geométricos, turbocompressor, válvulas, sistemas de injeção, pistão, combustível utilizado e a operação do motor e a cada entrada de dados está associado um conjunto de modelos matemáticos que simulam sua influência no comportamento da máquina. A medida em que as simulações fossem avançando outros parâmetros exemplo, a geração de calor pela queima de combustível e o tempo de compressão na câmara de combustão do motor que está associado a rotação do motor.

Abaixo estão as figuras do motor W20V32 e as principais variáveis e partes constituintes do motor que fazem parte desse estudo:





- | | |
|----|---------------------|
| 1- | Bloco |
| 2- | Cabeçote |
| 3- | Cárter |
| 4- | Cilindro |
| 5- | Câmara de combustão |
| 6- | Pistão |
| 7- | Pino |
| 8- | Anéis |

As informações referentes aos cilindros - visto que eles se encontram em diferentes estados - são empilhados, tem um intervalo de tempo razoável medido em minutos. A elaboração de uma quantidade excessiva de curvas de funcionamento também é feito, para avaliar seu funcionamento. É levado em consideração a interferência do campo magnético do gerador na leitura do equipamento.

Outro fator relevante são as informações referentes aos cilindros, visto que eles se encontram em diferentes estados. Para o empilhamento dos dados é levado em consideração a diferença de dezenas de minutos entre os cilindros. A elaboração de uma quantidade excessiva de curvas Potência x Tempo para se construir o parâmetro ideal também é importante, observando a interferência do campo magnético do gerador na leitura do equipamento.

CONCLUSÃO

A obtenção de uma melhor eficiência térmica dos ativos através de uma metodologia não evasiva, com a ajuda de sensores e de um modelo computacional é o resultado que se espera obter após a conclusão do projeto. Por consequência, teremos a eliminação de paradas indesejadas dos equipamentos e a eliminação de multas por não cumprimento da geração de energia dos contratos.

AGRADECIMENTOS

À ANEEL pela disponibilidade de acesso as informações para a exposição do projeto, a termelétrica Pernambuco III, o Instituto Gnarus e o Iati.

REFERÊNCIAS

1. **ONS.** Operador Nacional do Sistema Elétrico. [Online] www.ons.org.br.
2. **ANEEL.** Agência Nacional de Energia Elétrica. [Online] www.aneel.gov.br.
3. **KOSOW, Irving Lionel.** Máquinas elétricas e Transformadores. Porto Alegre, Rio de Janeiro : Globo, 1982.