

GRUPO DE ESTUDO DE GERAÇÃO HIDRÁULICA - GGH

PRODUTO CABEÇA DE SÉRIE PARA DETECÇÃO DE FALTAS EM GERADOR SÍNCRONO ATRAVÉS DO CAMPO MAGNÉTICO EXTERNADO.

TIAGO KAORU MATSUO(1); BRUNO DE BORBA(1); JURANDIR PAZ DE OLIVEIRA(1); RUBENS JOSÉ NASCIMENTO(2); LUIZ ANTONIO CAMPOS BORGES(2); RODRIGO KOPROSKI(2); LUCIANO MENDES DE FREITAS(2); HELTON FERNANDO DOS SANTOS(3); LUIS OTAVIO STEFFENMUNSBURG GRILLO(3); MARJORIE HOEGEN(3); CARLOS ALEXANDRE CORREA WENGERKIEVICZ(3); DANILO GARTNER AURICH(3); NELSON JHOE BATISTELA(3); AQTECH(1); ENGIE(2); UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (3)

RESUMO

Esse informe técnico apresenta o produto MagAnalyzer, que emprega uma técnica não convencional (principalmente caracterizada por ser não-invasiva) de detecção de faltas através do monitoramento do campo magnético externo à máquina. Este equipamento é resultado do P&D cabeça de série "PD 0403-0048/2019" do programa de P&D ANEEL, intitulado "Equipamento não Invasivo para Detecção de Falhas em Geradores Síncronos através do Campo Magnético Externo". Neste artigo, serão abordadas as principais melhorias realizadas no protótipo em vista à industrialização e às evoluções das técnicas de detecção, validando com resultados em uma aplicação piloto em campo.

PALAVRAS-CHAVE

Monitoramento; Campo Magnético externado; Diagnóstico; Máquina Síncrona; P&D Cabeça de Série; ANEEL;

1.0 INTRODUÇÃO

A matriz energética brasileira vem passando por mudanças significativas com a entrada em operação dos empreendimentos eólicos e solares [1]. Esses ativos possuem características de intermitência [2] que geram a necessidade de incluir incertezas nos processos de previsão da ONS. A crise hídrica atual [3] tem agravado ainda mais essa situação, estabelecendo uma operação próxima dos limites operacionais nas usinas hidrelétricas (UHEs). Consequentemente, é exigida uma maior confiabilidade dos ativos nesses meios de geração, tornando a otimização dos processos de manutenções cada vez mais imprescindível, de modo a diminuir as indisponibilidades das máquinas.

Em se tratando de manutenções preventivas e preditivas, a detecção de defeitos em geradores síncronos é tradicionalmente realizada utilizando técnicas como análise de vibrações, análise de fluxo magnético, tribologia de óleo, boroscopia, descargas parciais, dentre outras. Em termos de vibrações, existem normas técnicas, como a ISO 20816 [4], que sugerem monitoramentos e auxiliam nos diagnósticos de defeitos, servindo como um guia para equipes de manutenção. São técnicas bastante consolidadas, mas que exigem intervenções significativas (exigem máquina parada) para instalações dos sensoriamentos e equipamentos. Outro método bastante conhecido para análise de defeitos de cunho elétrico (curto entre espiras, em polos, e outros problemas de rotor) é o de monitoramento de fluxo magnético [5], que, apesar de preciso, ainda é caro e de instalação complexa (o sensor é fixado no entreferro).

Neste contexto, técnicas inovadoras que visam otimizar os processos de manutenção e minimizar a indisponibilidades das máquinas têm muito valor. O produto MagAnalyzer emprega uma técnica não convencional (principalmente caracterizada por ser não-invasiva) de detecção de faltas através do monitoramento baseado na análise de formas de onda da derivada do campo magnético externo à máquina. O princípio de funcionamento, bem como os resultados do primeiro protótipo deste equipamento, foi abordado em informe técnico anterior no SNTPEE 2019 [6]. Os módulos que compõem o protótipo inicial monitoravam as formas de onda da derivada temporal do campo magnético externo à máquina, em até 6 pontos ao longo do *housing* do gerador, por meio de bobinas conectadas às unidades de monitoramento. Os dados eram registrados (de forma assíncrona), processados por um módulo comercial e armazenados em HD externo.

O presente trabalho apresentará as principais melhorias realizadas no protótipo do MagAnalyzer (resultado do projeto de cabeça de série "PD 0403-0048/2019" do programa de P&D ANEEL, intitulado "Equipamento não Invasivo para Detecção de Falhas em Geradores Síncronos através do Campo Magnético Externo", com técnica protegida por [7]) em vista à industrialização e às evoluções das técnicas de detecção: Otimização e melhorias no processo de aquisição de dados (aumento da banda de frequência e resolução); Definição de bobina industrial para medição; Desenvolvimento de um processamento robusto; Mudanças de arquitetura visando facilidade de instalação e robustez; Otimizações em códigos para detecção de defeitos.

2.0 CABEÇA DE SÉRIE DO MAGANALYZER

O Manual da ANEEL [8] define como Cabeça de Série a fase que considera aspectos de aperfeiçoamento de protótipo obtido em projeto anterior, levando em consideração a melhoria de desempenho e características básicas da linha de produção. Nesta seção são apresentadas as principais características do MagAnalyzer e discutidas as melhorias em relação ao protótipo inicial.

2.1 ARQUITETURA E COMPONENTES

O sistema MagAnalyzer é composto por até 8 Unidades de Monitoração e 1 Central de Processamento interligadas através de um *switch* do tipo PoE (*Power over Ethernet*). Um servidor é utilizado para processamento, armazenamento dos dados e visualização/análise. A arquitetura é apresentada na Figura 1.

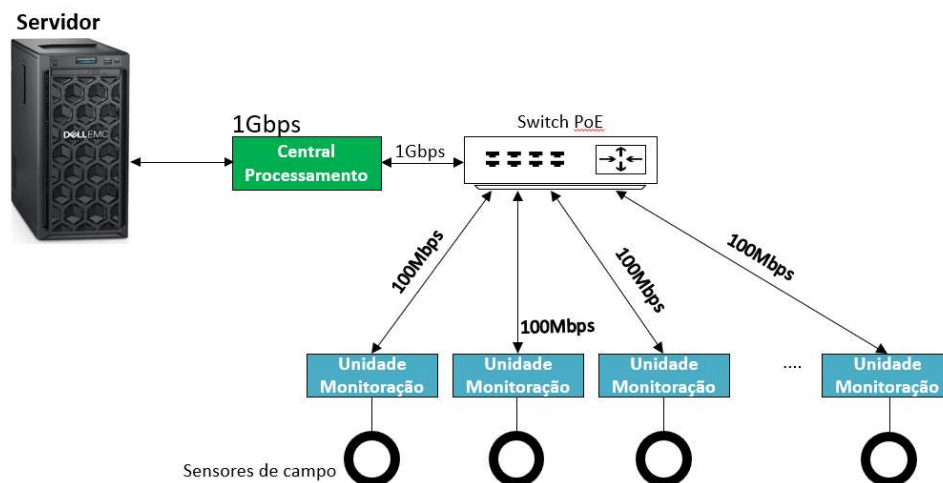
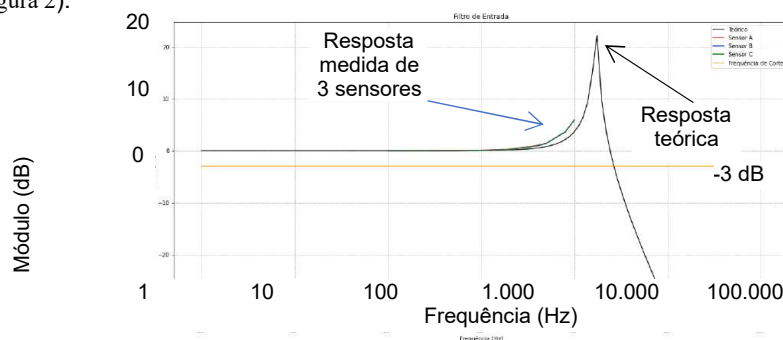
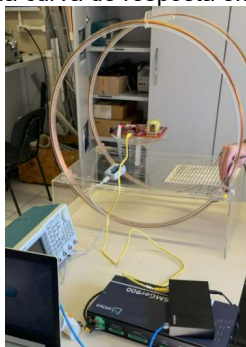


Figura 1 – Arquitetura do sistema MagAnalyzer.

A principal mudança em relação ao projeto anterior foi a alteração de uma arquitetura em “anel” feita por fibra ótica de forma serial para uma arquitetura estrela, utilizando a técnica *Power over Ethernet* (PoE). A tecnologia PoE permite trafegar num mesmo cabo Ethernet tanto dados como alimentação, já de forma isolada (característica intrínseca da Ethernet elétrica). A arquitetura estrela (ponto a ponto) também confere maior robustez ao sistema, uma vez que, se um módulo falha, a comunicação com outros não é perdida. Em termos de instalação, também se reduz a complexidade, evitando-se o trabalho com fibras óticas, que são mais frágeis e necessitam de mão de obra mais especializada para fusões e conexões.

2.2 SENSOR (BOBINA)

A bobina para o monitoramento do campo magnético externo é o ponto inicial de toda cadeia de aquisição de dados do MagAnalyzer. No protótipo anterior a bobina foi feita com impressão 3D, com parâmetros definidos com base em uma série de testes realizados em laboratório. Nessa etapa atual do projeto preocupou-se em encontrar uma solução barata e escalável para produção em linha, sem comprometer a funcionalidade do sistema. A solução adotada foi a utilização de carretéis industriais, que são produzidos e entregues prontos. De modo a garantir a funcionalidade foram realizados extensivos testes, que incluíram a medição de parâmetros parasitas, a varredura em frequência, e a comparação com medições de referência realizadas com outros equipamentos. A Figura 2 apresenta uma foto da bancada de testes utilizada durante um dos ensaios realizados em 3 amostras. A bobina padrão industrial escolhida para o projeto atendeu a todos os requisitos, além de apresentar boa repetibilidade de produção, como é mostrado na curva de resposta em frequência (Figura 2).



a)

b)

Figura 2 – a) Bancada de testes utilizando bobina de Helmholtz para geração de campo magnético. b) Resposta em frequência de três bobinas testadas.

2.3 UNIDADE DE MONITORAMENTO

A unidade monitoramento tem a função de digitalizar o sinal de tensão proveniente da bobina de campo. O desafio nesse processo é que o campo magnético externo da máquina induz tensões na ordem de microvolts no sensor. Além disso, as componentes espectrais de baixa frequência (menores que 1 kHz e que compreendem as harmônicas ímpares múltiplas da frequência fundamental elétrica da máquina) têm amplitudes muito maiores que as componentes de frequências superiores, dificultando a execução de análise e processamento.

Para resolver esses problemas, o reprojeto deste módulo do MagAnalyzer teve as seguintes características:

- Aumento da resolução para 24bits: Como os sinais são muito baixos, o aumento da resolução do canal permite se trabalhar com uma faixa dinâmica maior sem perda de qualidade;
- Inserção de um novo canal para aquisição de altas frequências: Este segundo canal possui um filtro passa-altas com frequência de corte em 1 kHz, o que permite trabalhar com uma faixa menor de medição para se ter uma precisão maior;
- Controle de ganho independente por canal: De modo a aproveitar melhor a faixa de medição do conversor analógico-digital, implementou-se um controle de ganho, que é ajustado conforme cada amostra do sinal medido. Esta funcionalidade já existia no projeto anterior e foi aprimorada;
- Sincronismo entre todas as medições: O projeto anterior não possuía um sincronismo entre as unidades de monitoramento, impedindo a comparação entre sensores de forma definitiva;
- Aumento da taxa de amostragem para 20 kHz: Foi conveniente o aumento da frequência de amostragem para ampliar a faixa de frequências monitoradas, de modo a inspecionar harmônicas que não puderam ser verificadas no projeto anterior;
- Aumento do tempo de registros de amostras para 100 segundos: Essa melhoria possibilitou ter espectros com melhor resolução, fundamental para extração das características dos sinais.

A Figura 3 apresenta fotos do protótipo do projeto anterior e do cabeça de série após o reprojeto, levando em consideração todas as melhorias citadas.



a)



b)



Figura 3 – a) Unidade de Monitoramento protótipo. b) Unidade de Monitoração cabeça de série.

A Unidade de Monitoração possui as seguintes características: Medição de campo através de bobina em carretel padrão industrial (com possibilidade de se adaptar para outros modelos, se necessário); Medição da derivada da corrente através de bobina de Rogowski; Taxa de aquisição de 20 kHz; 24 bits de resolução; Controle automático de ganho que permite até 4 escalas de medição distintas em 2 canais (sendo um para altas frequências); tempo de registro de até 100 segundos.

De forma a facilitar o processo produtivo também foram realizadas as boas práticas de uniformização de componentes, uso de SMDs e Stencil para o processo de montagem em *pick and place*, dentre outros, reduzindo os custos de produção.

2.4 CENTRAL DE PROCESSAMENTO

A Central de processamento é responsável pela aquisição, processamento e registro dos dados de todas as Unidades de Monitoração. No projeto anterior utilizou-se um módulo comercial Compact-RIO da National Instruments, com IHM (interface homem-máquina) e HD externo, que foi suficiente para validação do conceito. Porém, apresentou limitações, como lentidão na cópia de arquivos, tempo alto de processamento, falta de conexão com supervisão local, análise somente local e custo elevado. O reprojeto deste módulo teve as seguintes características:

- Arquitetura FPGA+ARM, possibilitando o controle da aquisição de dados das UMs em baixo nível (FPGA) e processamento em nível de sistema operacional Linux (utilizando processador ARM);
- *Software* que permita integração com sistema de supervisão local: No projeto anterior não era possível saber da condição operativa da máquina (potência gerada, queda, temperaturas, dentre outros), e nessa etapa o *software* de aquisição deveria ser capaz dessa integração com protocolos industriais para aquisição do status de geração, a fim de se minimizar falsos positivos;
- Memória eMMC não volátil de 32 GB, em detrimento de HD externo: Garante robustez para o sistema, que agora conta com um servidor para armazenamento de longo prazo;
- Simplificação da IHM local: Foi retirada a obrigatoriedade de IHM local processada, também objetivando aumentar a robustez, enquanto o papel de IHM pode ser executado ainda com um notebook local. De modo a facilitar o processo de identificação de problemas, foram instalados LEDs indicadores de status de cada UM.
- Utilização de componentes comuns a outros projetos da AQTech, de modo a reduzir custos através do ganho de escala de compra e produção.

A Figura 4 apresenta fotos comparando a central de processamento do projeto anterior (componentes comerciais separados em um painel) e a atual.

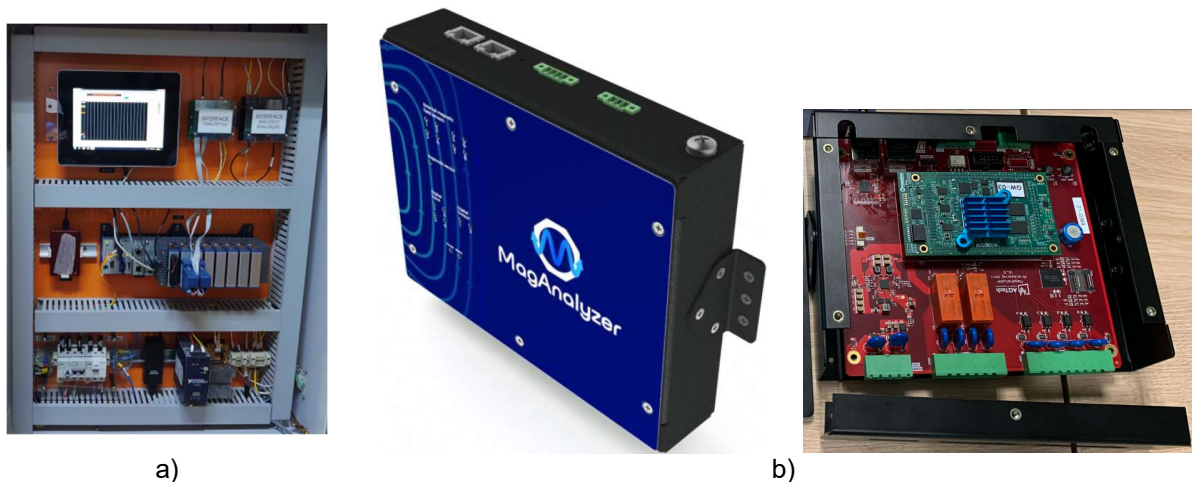


Figura 4 – a) Central de Processamento protótipo. b) Central de Processamento cabeça de série.

2.5 SERVIDOR DE APLICAÇÃO

É comum em sistemas de monitoramento convencionais a utilização de servidor concentrando a aplicação de armazenamento e análise, pois isso flexibiliza o acesso à informação, backup de dados e manutenção do sistema. Para o projeto de cabeça de série foi incluído este módulo na arquitetura, que é composto por um servidor e licenças de sistema operacional comerciais. Para atender aos requisitos, o equipamento possui as seguintes características:

- Processador Xeon;
- Sistema operacional Windows (Pro ou Server, conforme aplicação no cliente);
- Armazenamento Raid 1 de 2 TB;
- Base de dados PostgreSQL.

O servidor pode centralizar a informação de todos os sistemas de monitoramento de campo magnético externo da usina.

3.0 SOFTWARE

A detecção de defeitos via o campo magnético externo é realizada através das análises de harmônicas calculadas a partir dos sinais de campo registrados, detalhados no artigo [6] publicado no último SNPTEE. Em cada janela de registro (uma a cada aproximadamente 10 minutos), são determinadas as amplitudes de cerca de 2000 harmônicas,

que são extraídas através do algoritmo de rastreamento de raias desenvolvido para o projeto. Essa massa de dados, composta pelo histórico das amplitudes das harmônicas de cada sinal registrado, é comparada com os pontos de operação da máquina, e consequentemente classificada em um evento de detecção de defeitos, através de algoritmos estudados no projeto. Conforme mostra a Figura 5, o algoritmo de detecção consiste em cinco blocos principais. Após um ajuste inicial dos dados medidos, caso o programa detecte alterações consistentes nos históricos de amplitudes, é realizada uma análise de correlação com alterações no ponto de operação. Esta etapa busca filtrar alterações causadas por alterações no ponto de operação da máquina, de modo a evitar a geração de falsos positivos. Com base nesta análise, o evento é registrado como normal ou como possível indicação de falta.

Nesta seção serão abordados os principais e tópicos e os desafios associados.

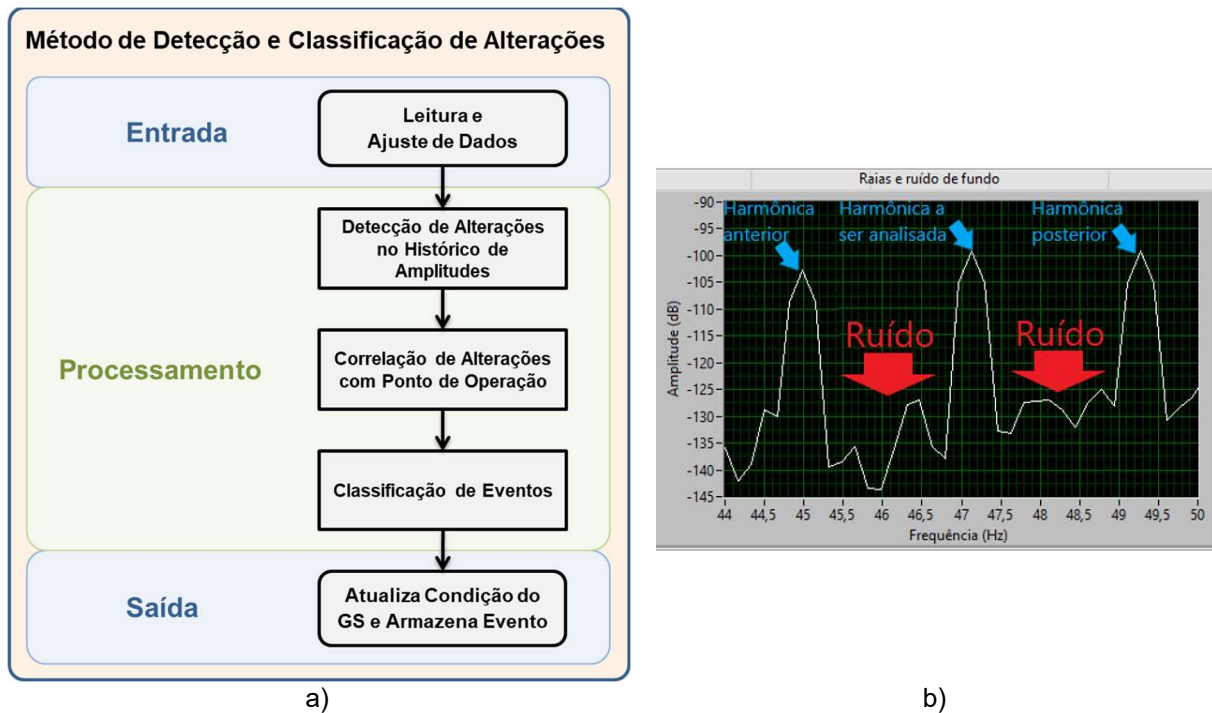


Figura 5 – a) Fluxograma do método de detecção de faltas. b) Detecção de raias.

3.1 RASTREAMENTO DE RAIAS

O rastreamento de raias (Figura 5 apresenta um exemplo) é um processo chave na detecção de defeitos, pois o vetor de dados resultante dessa etapa é utilizado como entrada do método de detecção e classificação. Deseja-se extrair dos sinais brutos a amplitude das componentes representadas pela harmônica fundamental mecânica, que é a frequência de rotação da unidade geradora (UG), e pelas suas múltiplas subsequentes, cuja ordem pode chegar a 2000. Um dos desafios nesse processo é que a rotação da máquina não é exatamente constante, pois pode variar alguns décimos de hertz com relação ao valor nominal. O impacto dessa variação nas harmônicas de alta ordem (acima de 1000, por exemplo) pode acarretar a confusão entre as ordens das harmônicas no processo de identificação. Além disso, os pontos discretos do espectro não coincidem exatamente com as frequências da fundamental mecânica e de suas harmônicas, e isso acarreta a alteração da amplitude medida.

De modo a mitigar esses problemas, foi implementado um algoritmo que permite a detecção da fundamental mecânica, com base na qual se ajusta a resolução espectral para que esta seja um divisor exato da fundamental mecânica detectada. O algoritmo ajusta o intervalo de busca de cada componente harmônica de acordo com a incerteza associada à fundamental mecânica, resultando em menor chance de erros de detecção.

3.2 TÉCNICAS DE DETECÇÃO DE ALTERAÇÕES NAS RAIAS

Um dos principais objetivos do cabeça de série do projeto MagAnalyzer é a evolução do algoritmo de detecção de alterações (defeitos/faltas). Avaliaram-se diferentes técnicas estatísticas e de *machine learning* que poderiam ser aplicadas na avaliação da condição da máquina, através da amplitude das raias. Essas técnicas foram avaliadas a partir de dados sintéticos, simulados por um modelo analítico, cujos resultados são apresentados na tabela resumo abaixo (Tabela 1).

Os resultados foram muito promissores para todas as técnicas abordadas. A detecção por funções de densidade de probabilidade (*pdfs*), KLD e análise de energia são as mais simples e, dentre elas, a que apresentou melhores resultados foi a análise de energia. O PCA apresentou bons resultados e pode indicar uma alteração nos dados por meio da análise dos erros de predição e das contribuições das variáveis para estes erros. O SSA também apresentou bons resultados, mesmo para dados com maior ruído, porém possui um custo computacional maior. A análise de energia combinada à EMD não apresentou nenhuma vantagem com relação à análise de energia do sinal diretamente. E, por fim, os *autoencoders* possuem uma alta sensibilidade a alterações e diferentes opções de configurações; porém, dependendo da implementação, podem apresentar um custo computacional alto. O detalhamento desses resultados apresentados foi abordado na dissertação de mestrado [9] da pesquisadora Marjorie.

Técnica	Complexidade	Tempo de processamento	Parâmetro de detecção	Faltas detectadas		Sensibilidade ao ruído	Probabilidade de falsos positivos
				Sintéticos com variação na frequência	Sintéticos com ruído aleatório		
Detecção de anomalias por <i>pdfs</i>	baixa	segundos	probabilidade	rotor e estator	rotor	alta	alta
KLD (Kullback-Leibler Divergence)	baixa	minutos	KLD e diferença relativa entre KLDs	rotor e estator	rotor e estator	alta	alta
PCA (Principal Component Analysis)	média	segundos	SPE e T2	SPE: rotor e estator T2: rotor	SPE: rotor e estator T2: rotor	média	média
SSA (Singular Spectrum Analysis)	alta	reconstrução: minutos	D1 e D2	rotor e estator	rotor e estator	baixa	baixa
		2 métodos: ≈ horas					
		método 1: horas ou minutos					
		método 2: horas					
EMD (Empirical Mode Decomposition)	média	segundos	-	-	-	média	alta
Análise de energia	média	EMD + energia: horas	diferença relativa entre energias	rotor e estator	rotor	média	baixa
	baixa	energia: segundos					
Redes neurais: Autoencoders	alta	minutos	erro de reconstrução	rotor e estator	rotor e estator	baixa	alta

Tabela 1 – Comparação entre técnicas de detecção de alterações.

3.3 SUPERVISÃO E ANÁLISE

Por se tratar de um desenvolvimento experimental, o projeto anterior se preocupou em validar a prova de conceito, e os softwares desenvolvidos eram complexos e pouco funcionais. Para o cabeça de série, preocupou-se tornar o software mais amigável, de modo a permitir a rápida visualização de eventuais problemas. A Figura 6 apresenta uma visualização protótipo do *software* MagAnalyzer. De uma maneira geral são apresentados todos os pontos monitorados (campo magnético externo e corrente de neutro), um status de cada sensor, os valores globais do monitoramento e um indicativo de problema detectado.

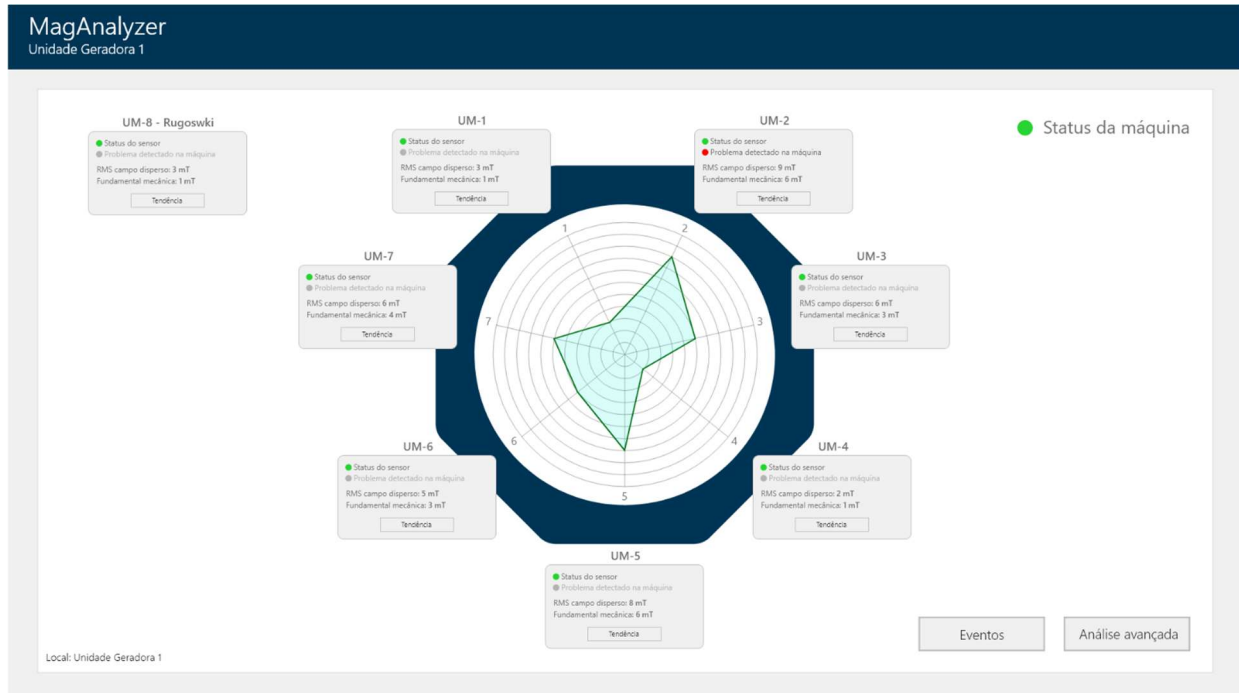


Figura 6 – Protótipo do supervisório MagAnalyzer.

4.0 INSTALAÇÃO EM CAMPO

De forma a validar o projeto de cabeça de série, um conjunto de equipamentos foi instalado na UG5 da UHE Itá, e outro conjunto está sendo programado para instalação entre final de 2021 e início de 2022. A Figura 7 apresenta a arquitetura de disposição dos elementos sensores ao longo do *housing* do gerador. A região próxima ao barramento de saída da máquina é evitada, dado os elevados campos magnéticos que podem prejudicar a medição. As unidades de monitoramento UM2 e UM6 estão numa mesma posição radial de instalação, porém em alturas distintas, de modo a se avaliar a diferença do campo disperso. Também na UG5, foi instalado um sistema de monitoramento de vibrações VibraOne, contemplando medidas de acelerômetros e proximímetros nos mancais, bem como monitoramento de fluxo e de entreferro, equipamentos que serão utilizados para comparação com as medidas de campo magnético externo do MagAnalyzer.

Durante o período de comissionamento, foram registrados dados de campo magnético externo (MagAnalyzer) e de vibração em 11 condições distintas da máquina, incluindo: Giro a vazio; A vazio e excitada; sincronizada sem carga ativa; em diversas condições de carga ativa e reativa; e atuando como compensador síncrono. Esses dados servem como referência de um status da máquina, para comparação com dados futuros. O sistema MagAnalyzer também foi conectado à rede da usina, de modo a permitir a coleta de dados do sistema de supervisão local (condições operativas). Também está em processo de implantação o acesso remoto ao servidor pela equipe de projeto, de modo permitir a evolução dos testes relacionados aos softwares desenvolvidos.

A Figura 8 apresenta o painel do sistema MagAnalyzer, com a Central de Processamento e o sistema de monitoramento de vibrações, a Unidade de Monitoramento instalada.

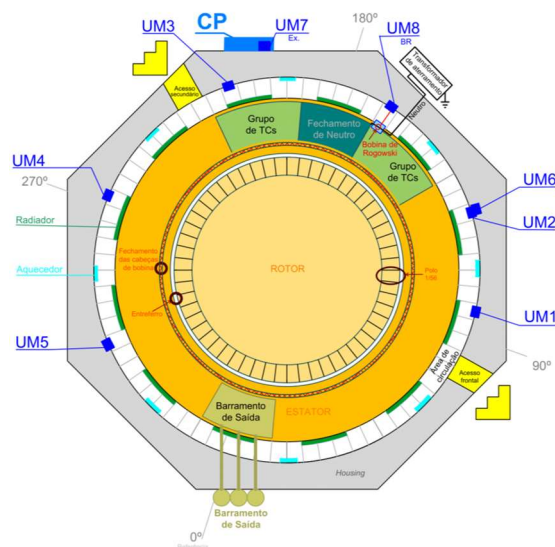


Figura 7 – Arquitetura de instalação do MagAnalyzer na UG5.

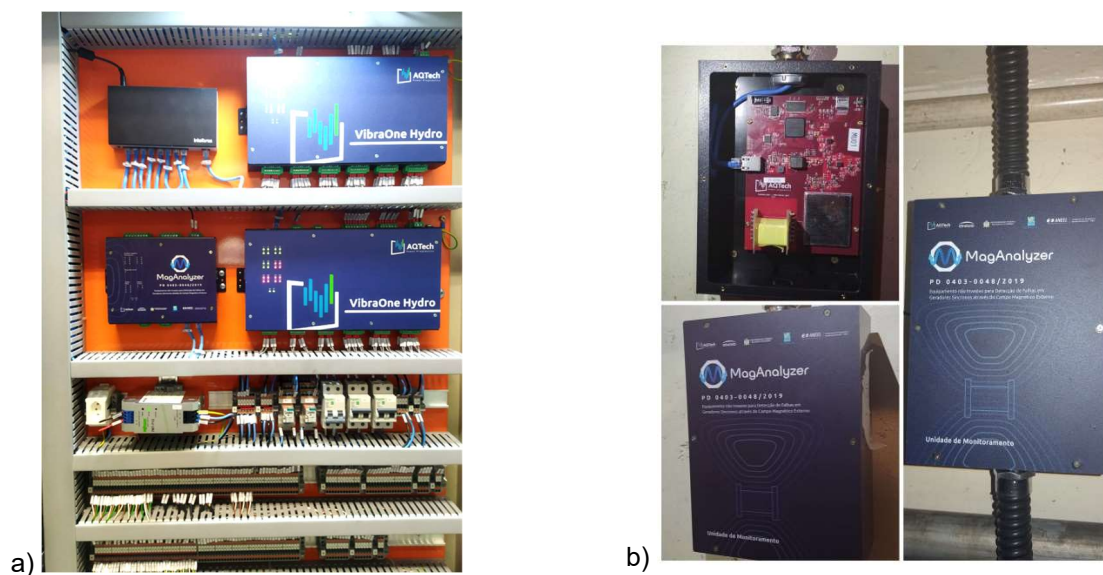


Figura 8 – a) Painel de monitoramento do MagAnalyzer. b) Unidade de monitoração

A Figura 9 apresenta o espectro dos sinais registrados pela UM5, evidenciando o funcionamento preliminar dos módulos de monitoramento e a identificação das componentes harmônicas de interesse para a detecção de faltas em diferentes faixas de frequência.

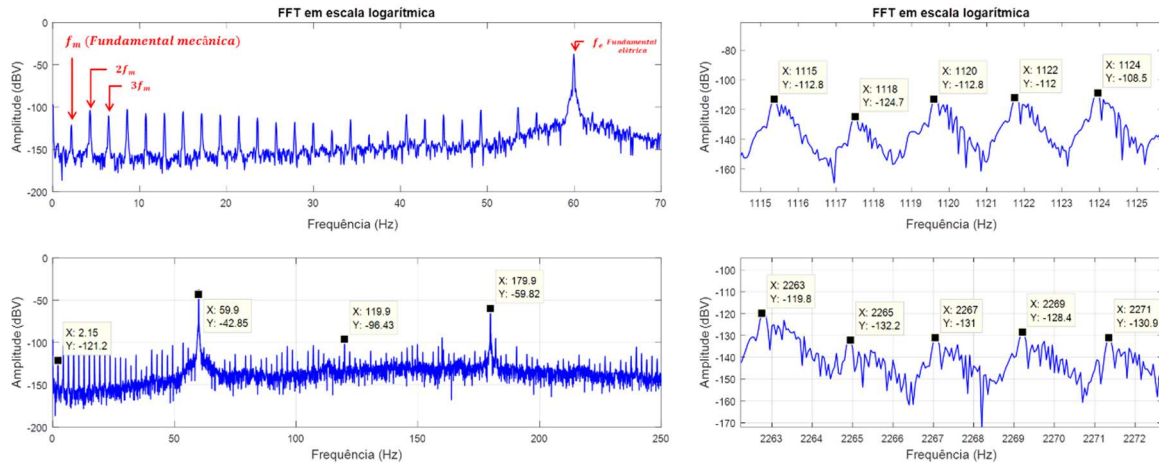


Figura 9 – Monitoramento UM5 – Gerador sincronizado.

5.0 CONCLUSÕES

Este informe técnico apresentou de maneira sucinta os principais resultados do projeto de P&D cabeça de série “PD 0403-0048/2019” do programa de P&D ANEEL, intitulado “Equipamento não Invasivo para Detecção de Falhas em Geradores Síncronos através do Campo Magnético Externo”, que já são bastante expressivos. O projeto ainda está em andamento, mas os resultados alcançados já demonstram o potencial do produto desenvolvido. As próximas atividades do projeto contemplam a análise dos dados registrados na usina hidrelétrica de Itá para o refinamento dos algoritmos desenvolvidos.

Como passos futuros, prevê-se o embarque local das inteligências (análises estatísticas e de *machine learning*), de modo a não se depender de um servidor local. Também se está avaliando a aplicação em outros tipos de máquinas, como nos geradores das turbinas eólicas, e, por fim, uma eventual expansão para outros tipos de medição utilizando a mesma arquitetura desenvolvida em *Power over Ethernet*.

6.0 REFERÊNCIAS

- [1] ANEEL, “Matriz energética cresce 383,66 MW em março e 682,61 MW no primeiro trimestre de 2021,” 2021. [Online]. Available: https://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao-2/-/asset_publisher/zXQREz8EVIZ6/content/id/21866628. [Acesso em 31 Julho 2021].
- [2] “Crescimento da geração eólica no Brasil: aprendizados para a operação do SIN,” 2020. [Online]. Available: <https://cenarioeolica.editorabrasilenergia.com.br/2020/02/28/crescimento-da-geracao-eolica-no-brasil-aprendizados-para-a-operacao-do-sistema-interligado-nacional/>. [Acesso em 31 07 2021].
- [3] “Crise hídrica: Reservatórios operam abaixo de 20% da capacidade total,” 2021. [Online]. Available: <https://www.cnnbrasil.com.br/business/crise-hidrica-reservatorios-operam-abaixo-de-20-da-capacidade-total/>. [Acesso em 11 09 2021].
- [4] ISO, ISO 20816-5 Mechanical vibration — Measurement and evaluation of machine vibration — Part 5: Machine sets in hydraulic power generating and pump-storage plants, Vernier: Iso Copyright, 2018.
- [5] Mikrotrend, MFS-202 - Magnetic Field Sensor - Datasheet, Zagreb, 2019.
- [6] L. M. de Freitas, L. K. C. R. Gomes, N. J. Batistela, R. d. S. Souza, N. Sadowski, H. F. d. S. Santos, R. j. Nascimento e A. H. Munaretti, “Emprego de Nova Técnica na Detecção de Falta Incipiente em Gerador Síncrono através do Campo Magnético,” em *XXV SNPTEE - SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA*, Belo Horizonte, 2019.
- [7] M. Rigoni, N. J. Batistela, N. Sadowski, L. A. Feler, C. S. P. Gameiro, H. F. d. Santos, R. d. A. Elias, P. Kuo-Peng, J. P. A. Bastos e L. M. d. Freitas, “Sistema e método para identificar características de uma máquina elétrica”. Brasil Patente BR1020150114389, 19 05 2015.
- [8] ANEEL, MANUAL DO PROGRAMA DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DO SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA, Brasília, 2012.
- [9] M. Hoegen, Estudo e Aplicação de Técnicas para Detecção de Faltas em Geradores Síncronos, Florianópolis: ufsc, 2021.

DADOS BIOGRÁFICOS



Tiago Kaoru Matsuo nasceu em Florianópolis/SC em 1986. É mestre em Mecatrônica pelo IFSC (2017), formado em Engenharia elétrica pela UFSC (2010) e técnico em eletrônica (CEFET-SC, 2005). Trabalha desde 2006 no desenvolvimento de tecnologias para monitoramento e diagnóstico de máquinas rotativas, principalmente no setor elétrico. Atualmente é Diretor de Técnico na AQTech Power Prognostics, sediada em Florianópolis.

(2) BRUNO DE BORBA

Bruno de Borba nasceu em Florianópolis/SC em 1988. É mestre em Mecatrônica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC, 2018), especialista em Qualidade e Engenharia de Software pela Universidade do Vale do Itajaí (Univali, 2014) e graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC, 2011). Atualmente é engenheiro pesquisador e líder do desenvolvimento de software na AQTech Engenharia e Instrumentação S.A.. Participou de diversos projetos de pesquisa e desenvolvimento em cooperação com grandes empresas de geração de energia do setor elétrico brasileiro, acumulando resultados de sucesso em suas execuções.

(3) JURANDIR PAZ DE OLIVEIRA

Mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina - 1996
Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina - 1998
Diretor de Marketing na Reason Tecnologia - Alstom/GE- Florianópolis, SC - Janeiro de 2014 a Junho de 2016
Sócio Diretor da Reason Tecnologia S.A.- Florianópolis, SC - Dezembro de 1994 a Janeiro de 2014
Sócio de membro de conselhos de administração de empresas de inovação tecnologia na região de Florianópolis desde 2013.

(4) RUBENS JOSÉ NASCIMENTO

Engenheiro eletricitista, pela Universidade Federal de Santa Catarina turma 1986, pós-graduação em Produtividade e Qualidade (Universidade do Sul de Santa Catarina) e MBA Gestão Emprederial - FGV. Atualmente exerce a função de Gerente da Unidade Organizacional Engenharia de Manutenção de Ativos de Sistemas da ENGIE Brasil Energia, com passagens pela CELESC, ELETROSUL, GERASUL e TRACTEBEL ENERGIA. Profissional no mercado desde 1986, além de possuir atividade docente na Área de Sistemas de Potência e trabalhos publicados em revistas especializadas.

(5) LUIZ ANTONIO CAMPOS BORGES

Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade do Sul de Santa Catarina (2018). Atualmente atua como Técnico em Manutenção de Ativos de Sistemas nas regionais de Uruguai e Iguaçu da ENGIE Brasil Energia desenvolvendo as atividades de manutenção dos ativos de sistemas dessas regionais nas área de transformadores, linhas curtas, GIS e SE's, sistemas de proteção, oscilografia, telecom e de forma corporativa atende trabalhos relacionados a calibração e ensaios especiais além de participações em comissionamentos de sistema de telecom, reguladores de velocidade e de tensão em turbogeradores, hidrogeradores e aerogeradores.

(6) RODRIGO KOPROSKI

Possui MBE em Energias Renováveis(2020), Graduação em Engenharia Elétrica (2018), Tecnólogo em Gestão de Processos Industriais (2011). Atualmente atua como Engenheiro de Operação e Manutenção nas Usinas Hidrelétricas de Itá (1450MW), Machadinho (1140MW) e Passo Fundo (226MW) pela empresa ENGIE Brasil Energia S. A. Tem experiência nas áreas de Geração de Energia, Automação, Reguladores de Velocidade e Tensão, Sistemas Digitais de Supervisão e Controle, Sistemas de Monitoramento de Máquinas.

(7) LUCIANO MENDES DE FREITAS

Graduado em Tecnologia em Eletrônica pelo CEFET em 2003, Engenharia de Controle e Automação pela FAG em 2007, Engenharia Elétrica pela SATC em 2014 e Especialista em Gerenciamento de Projetos pelo SENAI em 2016. Atualmente é Engenheiro de Manutenção de Ativos de Sistemas na Usina Hidrelétrica de Itá.

(8) HELTON FERNANDO DOS SANTOS

Helton F. dos Santos é doutor (2021) em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). É mestre (2016) e engenheiro eletricitista (2014) pela mesma instituição. Fez parte do GRUCAD - Grupo de Concepção e Análise de Dispositivos Eletromagnéticos até meados de 2021 e seus principais interesses são máquinas elétricas, monitoramento de condição de máquinas síncronas, análise de campos magnéticos externos de máquinas síncronas e eletrônica de condicionamento de sinais ultra baixos.

(9) LUIS OTAVIO STEFFENMUNSBURG GRILLO

Luis Otavio Steffenmunsberg Grillo, nascido em Morro Redondo, RS, é Técnico em Sistemas de Telecomunicações pelo IFSUL em 2010, Graduado em Engenharia Elétrica pelo IFSUL em 2015 e Mestre em Engenharia Elétrica pela UFSC em 2018. Atualmente é doutorando no Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica da UFSC, desenvolvendo atividades de pesquisa junto ao Grupo de Concepção e Análise de Dispositivos Eletromagnéticos (GRUCAD).

(10) MARJORIE HOEGEN

Mestranda em Engenharia Elétrica no GRUCAD (Grupo de Concepção e Análise de Dispositivos Eletromagnéticos) na UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina), desenvolvendo a dissertação em detecção de faltas em geradores síncronos por meio da aplicação de técnicas estatísticas e de Machine Learning.

(11) CARLOS ALEXANDRE CORREA WENGERKIEVICZ

Carlos A. C. Wengerkiewicz é doutorando em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). É mestre (2016) e engenheiro eletricitista (2014) pela mesma instituição e tem MBA em Gestão Empresarial pela FGV. Faz parte do GRUCAD - Grupo de Concepção e Análise de Dispositivos Eletromagnéticos e seus principais interesses são máquinas elétricas, ensaios e otimização numérica.

(12) DANILO GARTNER AURICH

Estudante de graduação da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), associado ao Grupo de Concepção e Análise de Dispositivos Eletromagnéticos (GRUCAD).

(13) NELSON JHOE BATISTELA

Nelson Jhoé Batista concluiu o doutorado em Engenharia Elétrica pela UFSC em 2001. Atualmente é Professor Titular nesta universidade. Publicou vários artigos em periódicos e em anais de eventos no exterior e no Brasil. Orientou e coorientou dissertações de mestrado e teses de doutorado, e trabalhos de iniciação científica e de conclusão de curso. Participou de vários projetos de pesquisa, sendo coordenador de cerca de uma dezena. Atualmente, suas três linhas básicas de pesquisa são: investigação sobre materiais magnéticos, investigação sobre faltas incipientes em máquinas elétricas e determinação de valores de rendimento e de parâmetros de modelos de máquinas elétricas