

GRUPO DE ESTUDO DE GERAÇÃO TÉRMICA - GGT

LOTE PIONEIRO DE SISTEMA DE MONITORAMENTO SEM FIO DE VIBRAÇÃO, TEMPERATURA E CONSUMO DE ENERGIA EM TERMOELÉTRICAS

**BRUNO DE BORBA(1);FABRIZIO LEAL FREITAS(1);TIAGO KAORU MATSUO(1);CELSO LUIS DE SOUZA(1);MARCIO AMERICO(2);FABIO MONTEIRO STEINER(3)
AQTECH(1);JORDÃO ENERGIA(2);EDF NORTE FLUMINENSE S.A.(3)**

RESUMO

Este informe técnico apresenta o desenvolvimento e aplicação piloto de um sistema de monitoramento de vibrações, temperatura e consumo de energia utilizando tecnologia de conexão sem fio (wireless). Batizado de Report-fi, destina-se a ativos de plantas industriais, especialmente máquinas rotativas como motobombas, ventiladores e sistemas auxiliares. Foi validado através de ensaios em laboratórios, instalação piloto e homologado externamente. Recebeu certificação ANATEL em ensaios de compatibilidade eletromagnética e espalhamento espectral. Este informe técnico descreve os resultados do projeto "PD-00678-0119/2019" do programa de P&D ANEEL, intitulado "Lote Pioneiro do sistema de monitoramento de baixo custo desenvolvido nos projetos PD-0678-0410/2010, PD-0678-0213/2013 e PD-00678-0217/2017".

PALAVRAS-CHAVE

Eficiência Energética, Monitoramento de Ativos, Plantas Térmicas, Comunicação sem fio, Smartmesh®

1.0 INTRODUÇÃO

Para garantir o retorno de investimentos em plantas de geração de energia elétrica é preciso estender ao máximo a disponibilidade e vida útil dos ativos, o que torna a gestão de ativos um fator crítico de sucesso dos empreendimentos do setor elétrico [1].

O monitoramento sem fio possui grande vantagem em plantas industriais, onde os ativos monitorados estão fisicamente distantes uns dos outros, o que implicaria em grandes extensões de cabos na instalação de sistemas tradicionais com fio, tornando a viabilidade econômica pouco atrativa ou até inviável. Isso tem estimulado o desenvolvimento de tecnologia de Internet das Coisas (*Internet of Things, IoT*), que tem o conceito de tornar a comunicação entre objetos (coisas) pervasiva, capazes de interagir e de cooperar entre si [2] [3]. O conceito de IoT está em crescimento acelerado, os números e projeções apontam para um crescimento potencialmente significativo e de ritmo rápido. Este crescimento proporciona uma oportunidade única para fabricantes de equipamentos tradicionais transformarem seus produtos em "coisas inteligentes" [4].

Este informe técnico apresenta o desenvolvimento (em fase de Lote Pioneiro) e aplicação piloto de um sistema de monitoramento de vibrações, temperatura e consumo de energia utilizando tecnologia de conexão sem fio (wireless). A aplicação do sistema batizado de Report-fi se destina a ativos de plantas industriais, especialmente motobombas e outras máquinas rotativas auxiliares, contudo o potencial de aplicabilidade se expande para outros tipos de equipamentos. São apresentados os desafios enfrentados nesta etapa de Lote Pioneiro do projeto e as soluções tecnológicas adotadas, como: a otimização da tecnologia wireless SmartMesh para se adequar aos requisitos do projeto, capaz de prover longo alcance, alta robustez em ambientes agressivos e baixo consumo de bateria; o processamento matemático de registros localmente nos módulos de aquisição (como cálculo de FFT – Fast Fourier Transform), visando agilidade e eficiência energética no processo; a compatibilidade com sensores de vibração IEPE (Integrated Electronics Piezo-Electric), amplamente utilizados e aceitos na indústria; taxa de amostragem de até 20kHz, devido à faixa de frequências usualmente analisada em ativos de plantas industriais; o baixo consumo de energia, para que os módulos sejam, opcionalmente, alimentados por baterias; o baixo custo, para que a solução seja economicamente viável em relação às soluções atuais de mercado.

O sistema foi validado através de ensaios em laboratórios próprios, instalação piloto e homologado externamente em laboratórios credenciados. O produto recebeu certificação ANATEL em ensaios de compatibilidade eletromagnética e espalhamento espectral.

2.0 CONTEXTO

A ideia do monitoramento sem fio aplicáveis ao ambiente industrial surgiu com o SISTEMA ENERGIA SIMPLES, que começou a ser concebido no projeto de P&D/ANEEL intitulado “Sistema para avaliação e monitoramento de baixo custo para as medidas de eficiência energética em empresas”, código PD-0678-0410/2010, iniciado em junho de 2010, na fase ‘Pesquisa Aplicada’. Nessa etapa ainda foi depositado um pedido de patente no INPI sob o protocolo nº 015120000931 intitulado “Sistema registrador de consumo para avaliação da eficiência energética composto por redes de sensores cabeados, integradas por radiofrequência em ambientes com blindagem eletromagnética” na data de 11/04/2012. A época, para depósito da patente, foi realizada uma busca de anterioridade que não identificou sistemas similares.

O desenvolvimento da tecnologia como protótipo aconteceu no projeto PD-0678-0213/2013 intitulado “Desenvolvimento experimental e aperfeiçoamento do sistema para avaliação e monitoramento de baixo custo às medidas de eficiência energética desenvolvido no projeto PD-0678-0410/2010”, na fase ‘Desenvolvimento Experimental’, iniciado em setembro de 2013.

Na etapa de Cabeça de Série (PD-00678-0217/2017) todo o projeto de hardware e firmware foram revistos com o objetivo de otimização do sistema e atualização tecnológica, redução de custos e, com isso, o projeto de novos módulos com a especificação de novos componentes. Foram analisadas as funções relacionadas à arquitetura dos módulos, pois se verificou que as informações relacionadas à corrente e vibração possuem requisitos diferentes para transmissão sem fio, o que fez com que a equipe desenvolvesse módulos individuais dedicados a essas funções específicas, alterando e melhorando a arquitetura do sistema.

Outra questão importante para otimização do sistema, visando a redução dos custos de produção, foi a análise da cadeia de suprimentos e produção, fazendo com que as peças utilizadas no projeto do hardware atendam aos requisitos do sistema. Da mesma forma, alguns requisitos do sistema foram readequados devido às características das peças disponibilizadas por fabricantes consolidados. Estas questões foram tratadas na etapa de Lote Pioneiro (“PD-00678-0119/2019” do programa de P&D ANEEL, intitulado “Lote Pioneiro do sistema de monitoramento de baixo custo desenvolvido nos projetos PD-0678-0410/2010, PD-0678-0213/2013 e PD-00678-0217/2017”), que visou garantir modicidade e aumento da vida útil para o futuro processo de manufatura do sistema, e que este informe apresenta os resultados finais alcançados.

Por fim foi estudado o ciclo de fim de vida dos componentes do sistema e com base nisso definir com mais precisão sua vida útil e evitar sua obsolescência precoce. Haja vista que o retorno do investimento está diretamente relacionado com esta estimativa de vida útil e esta mesma variável impacta num dos pilares do conceito previsto para o sistema: o baixo custo de aquisição e manutenção.

3.0 ARQUITETURA

O Report-fi é uma solução de monitoramento sem-fio que utiliza tecnologia Smartmesh®, onde através de módulos Gateway e seus Motes é construída uma rede mesh com confiabilidade de entrega de dados de 99.999%.

Com seus módulos sensores, o Report-fi executa leituras de vibração, temperatura e corrente, processa os dados na ponta (edge) e os envia para o Gateway, que faz a conexão com uma rede local. Através de um computador, é possível conectar ao Gateway através da aplicação de software Report-fi Manager, que permite a configuração dos sensores bem como a visualização dos dados coletados (valores globais, cascata FFT, tensão de bateria, temperaturas, entre outros).

Software e Banco de Dados: Software da AQTech Report-fi Manager. Tem a função de configuração dos Gateways e módulos multisensores na rede. Também permite o armazenamento dos dados em banco de dados, bem como visualização e análise.

Gateway: Tem a função de comandar as leituras e configurações para os módulos multisensores através da rede sem-fio SmartMesh®, e disponibilizar os dados coletados para o software Report-fi Manager, que é executado em um computador conectado a uma rede Ethernet. Além disso o Gateway gerencia o tráfego de dados entre os módulos multisensores.

Módulos multisensores: São 3 tipos de configurações para os módulos multisensores. Uma focada em vibração e temperatura, outra na medição de corrente, e uma terceira que apenas faz a repetição do sinal SmartMesh®. Uma característica da rede Smartmesh® é que ela é de estrutura flexível, ou seja, todos os módulos multisensores presentes na rede servem de repetidores de sinal além de suas funções específicas, por esse motivo os módulos podem se conectar a fim de modelar o menor e mais seguro caminho para os dados trafegarem. A Figura 1 apresenta a arquitetura do sistema.

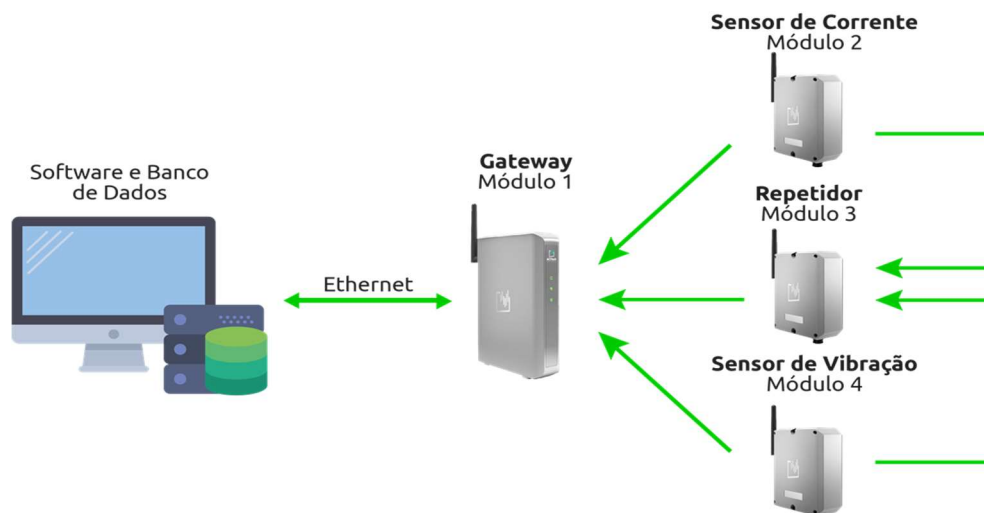


Figura 1 – Arquitetura do sistema.

A solução Report-fi é baseada na tecnologia SmartMesh® IP da Analog Devices®. São utilizados módulos PCB pré-certificados completos com softwares de rede mesh sem fio prontos para implantação. Eles são criados para compatibilidade com IP e baseados nos padrões 6LoWPAN e 802.15.4e. Aplicações SmartMesh® permitem alta confiabilidade de dados > 99,999%, mesmo em ambientes de RF dinâmicos e com mudanças dinâmicas.

A rede SmartMesh® possui:

- Agendamento de sincronização para toda a rede;
- Saltos de frequência por transmissão;
- Alta confiabilidade entregando 99,999% dos dados em ambientes não propícios;
- Otimização de energia;
- Suporte a 100 Motes por Gateway;
- Conexão de rede flexível;
- Consumo extremamente baixo de energia.

O SmartMesh® é um protocolo subjacente baseado em *blockchain* e Internet das Coisas que possui nós de *blockchain* integrados e estende os protocolos de rede de arquitetura de segunda camada, permitindo transações digitais sem Internet. Utilizando incentivos de token baseados em *blockchain*, a tecnologia SmartMesh® permite a formação de redes mesh descentralizadas e ágeis que podem ser auto-reparadas e ter maiores velocidades e largura de banda em campo do que as conexões padrão da Internet.

4.0 MÓDULOS DO SISTEMA

O sistema foi concebido em 1 módulo gateway e 3 diferentes módulos multisensores:

- **Módulo Gateway:** é o componente central, responsável por gerenciar a rede SmartMesh, enviar os comandos de leitura e armazenar os registros em uma base de dados embarcada, disponibilizando os resultados via protocolo de rede para o software de análise.
- **Módulo Repetidor:** utilizado quando a conexão entre os módulos não está satisfatória devido a longas distâncias ou obstáculos. Possui as seguintes funcionalidades: leitura e visualização das conexões e qualidade de sinal dos módulos conectados à rede SmartMesh; leitura da temperatura interna do módulo; leitura do modo de alimentação (fonte ou bateria) e leitura da tensão de alimentação.
- **Módulo Sensor de Corrente:** Possui 4 canais de tensão ($\pm 5V$), que podem também ser utilizados com transdutores de corrente do tipo "garra" para medição sem necessidade de abertura dos circuitos de corrente. Além das funcionalidades presentes no mote repetidor, permite também a leitura de valores de pico, vale, média e RMS dos 4 canais.
- **Módulo Sensor de Vibração:** Possui 1 canal IEPE para medição de vibração e 1 canal PT100 para medição de temperatura externa. Além das funcionalidades presentes no mote repetidor, permite a leitura da temperatura externa e da vibração em "g" ou em "mm/s" em valores calculados (pico, vale, média e RMS). Permite também a leitura de FFT com diferentes parâmetros, como resolução e taxa de amostragem.

A Figura 2 mostra o módulo Gateway e o módulo multisensor (que pode ser do tipo vibração, corrente ou repetidor).



Figura 2 – Módulo Gateway e módulo multisensor.

5.0 ENSAIOS DE TIPO

Os ensaios de tipo são importantes para verificação das funcionalidades do equipamento, principalmente em se tratando de condições de operação. Um conjunto de equipamento dentro do lote produzido foi testado, de modo a garantir o correto funcionamento e atendimento das funcionalidades. O módulo Report-fi Multisensor foi submetido e aprovado nos seguintes ensaios de tipo normatizados e realizados em laboratórios acreditados:

- Ensaios de compatibilidade eletromagnética:
 - Imunidade à RF Conduzida conforme norma técnica IEC 61000-4-6;
 - Imunidade à RF Radiada conforme norma técnica IEC 61000-4-3;
 - Imunidade à Campos Magnéticos na Frequência da Rede conforme norma técnica IEC 61000-4-8;
 - Imunidade à Transientes Elétricos Rápidos (EFT/BURST) conforme norma técnica IEC 61000-4-4;
 - Imunidade à Surtos (SURGE) conforme norma técnica IEC 61000-4-5;
 - Imunidade a Descarga Eletrostática (ESD) conforme norma técnica IEC 61000-4-2.
 - Emissões Radiadas e Conduzidas conforme norma CISPR 22;
 - Emissões Radiadas conforme norma técnica CISPR 11.
- Ensaios de temperatura:
 - Frio seco conforme norma técnica IEC 60068-2-2;
 - Calor seco conforme norma técnica IEC 60068-2-2;
 - Calor úmido conforme norma técnica IEC 60068-2-30;
- Ensaios de vibração conforme norma técnica IEC 60255-21-1;
- Ensaios de choque mecânico conforme norma técnica IEC 60255-21-2.

6.0 APLICAÇÃO DE SOFTWARE

O software Report-fi Manager é responsável por se comunicar com o módulo gateway, realizando as configurações e lendo os registros realizados pelos motes na rede sem fio. O software compatível com os sistemas operacionais Windows verões 10, 8.1, 8.0 e Server 2012 (ou mais recentes).

Para o funcionamento do software, é preciso primeiro a instalação de uma base de dados PostgreSQL. Os registros armazenados no módulo gateway são então baixados e armazenados na base de dados PostgreSQL, permitindo a visualização e análise dos registros.

A Figura 3 mostra a tela inicial do software em uma aplicação em laboratório. O conceito dessa visualização inicial é a apresentação dos dados no estilo supervisorio, apresentado os valores de medição bem como a condição de cada módulo (temperatura de operação, nível de bateria, online/offline, etc.).

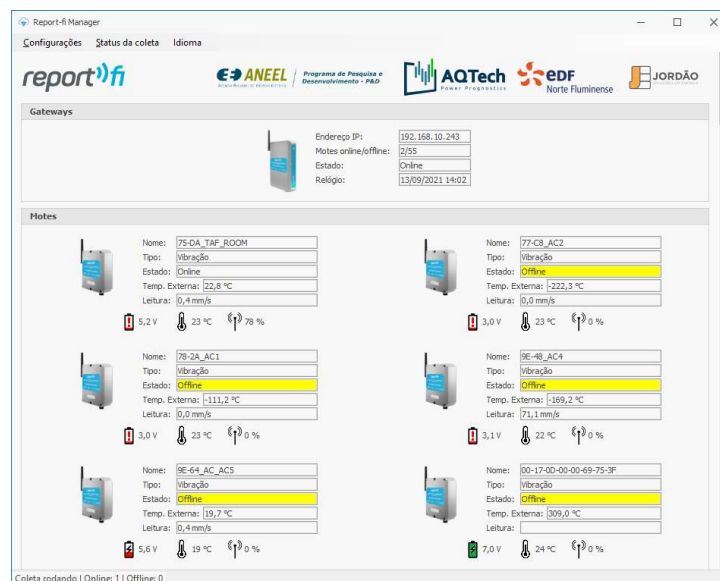


Figura 3 – Tela inicial do software Report-fi Manager.

Através do software é possível configurar a interface de rede do gateway, definindo IP, máscara de sub-rede, endereço DNS, etc. É possível também ajustar a data e hora do gateway e configurar um servidor NTP para manter seu relógio atualizado.

Os valores globais podem ser analisados através de gráficos de tendência, conforme mostra a Figura 4.



Figura 4 – Gráficos de tendência.

Para o módulo multisensor de vibração, é possível também analisar os registros de FFT em forma de cascata (Figura 5). Esta funcionalidade permite a identificação de modos de falha que são impossíveis de serem detectados somente com a vibração global do ativo, se caracterizando como um diferencial de aplicação do produto.

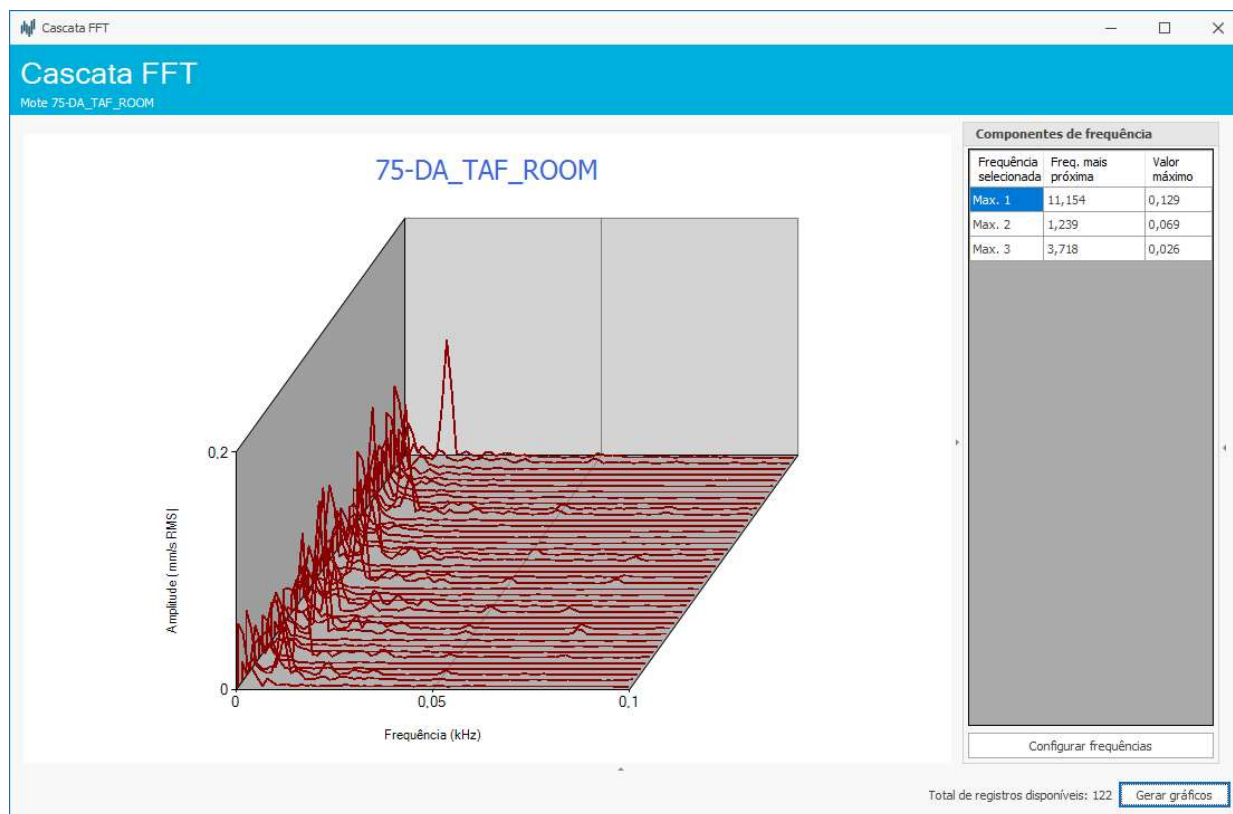


Figura 5 – Cascata FFT.

O módulo multisensor possui diversas configurações que podem ser ajustadas, como intervalo entre registros e configurações específicas dos canais de entrada PT100 e IEPE (para o módulo de vibração) e canais de entrada $\pm 5V$ (para o módulo de corrente). A Figura 6 mostra a tela de configuração de um módulo multisensor de vibração e também a característica da rede de conexão mesh, permitindo a avaliação e otimização com mais ou menos módulos.

Configurações do mote

Configurações do mote

Endereço MAC: 00-17-0D-00-00-69-75-DA

Tipo do mote: Vibração

Nome do mote: 75-DA_TAF_ROOM

Descrição:

Intervalo entre registros auxiliares (temp. e bat.): 60 minutos

Intervalo entre registros de valores globais: 60 minutos

Intervalo entre registros de FFT: 360 minutos

Canal PT100

☒ Habilitar canal PT100.

Número de série do sensor PT100: PT100

Valor de resistência em 0°C (B): 100,0

Coefficiente angular (A): 0,3850

A resistência de um sensor PT100 é dada pela equação:
 $R = A \cdot T + B$
 Onde:
 T -> Temperatura (°C).
 A -> Coeficiente angular.
 B -> Valor de resistência em 0°C.
 Exemplo para um sensor PT100:
 $R = 0,385 \cdot T + 100$

Canal IEPE

☒ Habilitar canal IEPE.

Nome do canal: Canal 1

Taxa de amostragem: 5 kHz

Número de série do sensor IEPE: 396674

Sensibilidade: 103,0 mV/g

Unidade de engenharia: mm/s

Número de linhas nos registros de FFT: 2048

Janelamento utilizado na FFT: Hanning

Número de médias utilizadas na FFT: 2

OK Cancelar

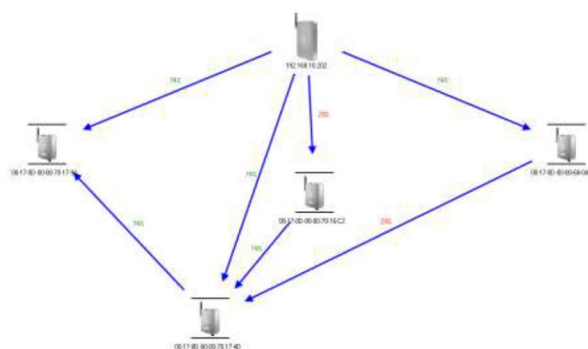


Figura 6 – Tela de configuração de um módulo multisensor de vibração e status de rede.

7.0 TESTES E VALIDAÇÕES

Diversos testes e validações foram realizados no módulo gateway e nos módulos multisensor, tanto em ensaios internos quanto em laboratórios externos. Foram avaliados os consumos de potência, alimentação com fonte e com pilhas, desempenho de processamento, desempenho de rede, desempenho de memória não volátil, leitura dos canais, entre outros.

A Figura 7 mostra dois cenários de ensaios em laboratório para validação das características de um módulo multisensor de corrente e vibração. Para corrente, foram utilizados um gerador de funções, um multímetro de bancada, um osciloscópio, um módulo multisensor de corrente, um gateway e um notebook, e para vibração um shaker simulando vibrações mecânicas.

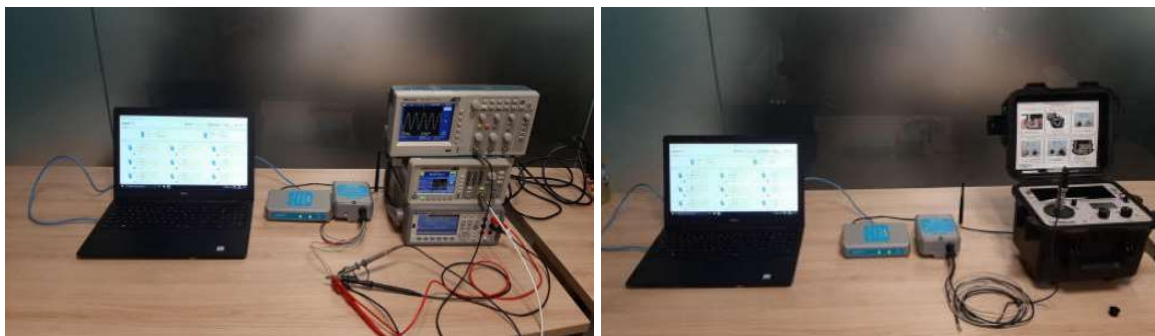


Figura 7 – Cenário de ensaios em laboratório com módulo multisensor de corrente (esquerda) e vibração (direita).

Foram ainda realizados testes de linearidade e testes de resposta em frequência nos 4 canais do multisensor de corrente e nos canais IEPE e PT100 do multisensor de vibração. Todos os testes apresentaram resultados satisfatórios. Realizadas as devidas validações, os módulos foram instalados primeiramente dentro da AQTech, monitorando alguns pontos específicos e testando a comunicação de toda a rede e suas respostas durante algumas semanas. Tanto a comunicação quanto as medições ocorreram dentro de esperado, sem quaisquer problemas. Assim, foi possível instalar na parte externa da empresa, verificando a capacidade do sistema no ambiente externo e com mais barreiras para a comunicação da rede *Smartmesh*.

Na etapa de Cabeça de Série (CS), a aplicação piloto foi realizada na UTE Norte Fluminense da EDF, em Macaé/RJ. Já na etapa de Lote Pioneiro (LP) foi realizada no Corporate Park, monitorando máquinas condicionadoras de ar, devido a restrições relacionadas a pandemia de COVID-19. A Figura 8 apresenta o sistema instalado. Foi possível verificar a funcionalidade do sistema em ambiente de alta temperatura e ao tempo.

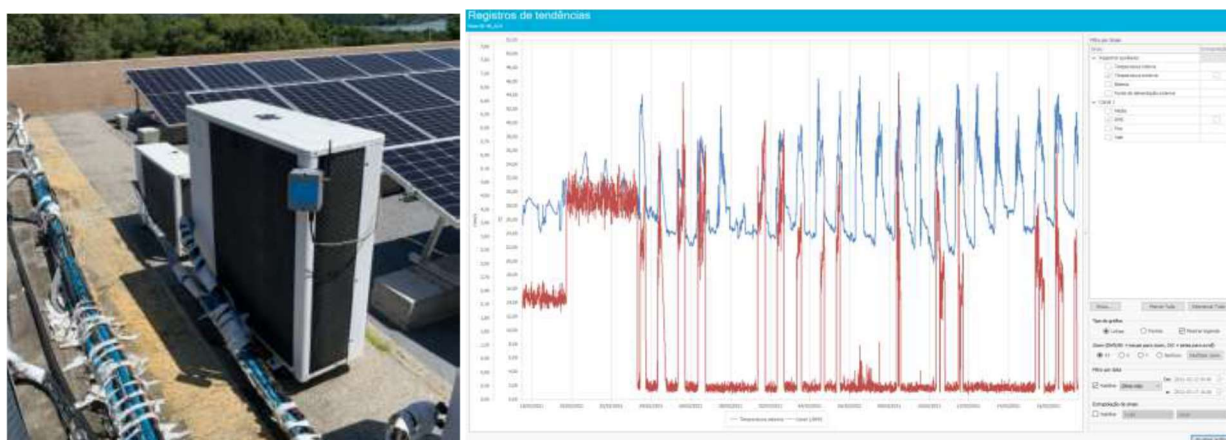


Figura 8 – Instalação piloto (esquerda) e dados de vibração e temperatura monitorados (direita).

Assim como a instalação interna da AQTech, a instalação externa teve bons resultados, sem problemas de comunicação e apresentando as leituras conforme esperado durante a instalação.

8.0 CONCLUSÕES

Pelo exposto neste informe técnico, todos os objetivos propostos na etapa de Lote Pioneiro do sistema Report-fi foram alcançados com sucesso. O Sistema Report-Fi alcançou a sua maturidade tecnológica, destacando também que se trata de uma tecnologia 100% nacional. O produto apresentou melhorias sensíveis em relação ao modelo desenvolvido na etapa de cabeça-de-série, com o devido mapeamento de componentes e fornecedores que garantem a qualidade e a replicabilidade do processo produtivo. Por fim, chegou-se a um sistema de transmissão de dados sem fio robusto de medições de corrente, temperatura e vibração, bem precisas em comparação com instrumentos comerciais, pronto para inserção no mercado.

Além do acompanhamento do consumo de energia dos equipamentos monitorados, o sistema é uma ferramenta importante para a manutenção preditiva, principalmente para os setores comercial e industrial. A medição de vibração e temperatura de equipamentos pode indicar o mal funcionamento dos mesmos e permitir uma parada planejada para manutenção, evitando eventos inesperados, possíveis prejuízos por parada de geração e despesas consideráveis com manutenções corretivas.

Dado o êxito do projeto em Lote Pioneiro, foi iniciada a etapa de P&D de Inserção de Mercado (IM) prevista no programa ANEEL de Pesquisa e Desenvolvimento, onde o produto será lançado no mercado.

9.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] de Borba, B. Serviço de descoberta para o protocolo MQTT em um sistema de monitoramento de grupos motor-gerador baseado em internet das coisas, 2018.

[2] Martins, I. R., Zem, J. L., “Estudo dos protocolos de comunicação MQTT e COAP para aplicações Machine-to-Machine e Internet das Coisas”, 2015.

[3] Singh, D., Tripathi, G. e Jara, A. J., “A survey of Internet-of-Things: Future vision, architecture, challenges and services”. 2014 IEEE World Forum on Internet of Things, WF-IoT 2014, pp. 287–292, 2014.

[4] Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M. e Ayyash, M., “Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications”, IEEE Communication Surveys & Tutorials, Vol. 17, No. 4, 2015.

DADOS BIOGRÁFICOS



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.

(2) FABRIZIO LEAL FREITAS

Fabrizio Leal Freitas nasceu em São Paulo/SP em 1977. É doutorando em Ciência da Computação, mestre em Engenharia de Produção (2010), graduado em Engenharia de Produção Elétrica (2005) pela UFSC. Desde 2003 trabalha com desenvolvimento de produtos inovadores, em especial sistemas de monitoramento e diagnóstico para plantas de geração de energia. Atua como pesquisador e coordenador em projetos de P&D no programa ANEEL em cooperação com concessionárias do setor elétrico. Atualmente é consultor de P&D/Data Science na AQTech de Florianópolis e pesquisador em Machine Learning no Laboratório de Integração de Software e Hardware (LISHA/UFSC).

(3) TIAGO KAORU MATSUO

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.

(4) CELSO LUIS DE SOUZA

Celso Luis de Souza é engenheiro eletrônico formado pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, com mestrado em Sistemas de Comunicação pela University of Southern California. Atuou em empresas nacionais e multinacionais no Brasil e Estados Unidos, sempre focado no desenvolvimento de hardware. A área de especialidade é board level design e desenvolvimento utilizando FPGA. Hoje é engenheiro de desenvolvimento de hardware sênior na empresa AQTech Instrumentação e Controle em Florianópolis, SC

(5) MARCIO AMERICO

Engenheiro Eletricista pela Universidade Federal Fluminense (UFF - 1992), com Mestrado pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ - 1996) na Área de Eletrônica de Potência - Ênfase em acionamentos eletrônicos de máquinas elétricas e conservação de energia. Atuou como pesquisador por 10 anos no CEPEL (Centro de Pesquisas da Eletrobras) e atualmente é Sócio da empresa Jordão Energia. Atua em projetos de eficiência energética, pesquisa e desenvolvimento e estudos elétricos para empresas nacionais e internacionais.

(6) FABIO MONTEIRO STEINER

Graduado em Administração de Empresas Pós Graduado em Finanças (IBMEC) e Petróleo e Gás (COPPE/UFRJ) Gestão de Portfólio de Projetos (FGV) Idiomas: Inglês, Espanhol e Francês Gerente de Pesquisa Desenvolvimento e Inovação na EDF Norte Fluminense