

Transformação digital no setor elétrico

Em constante evolução, a transformação digital do setor elétrico é um caminho sem volta. Para tratar deste tema contaremos com toda a expertise da engenheira e pesquisadora de energia da FIT Instituto de Tecnologia, em Sorocaba/SP, Priscila Santos, que possui mestrado em Energia e doutoranda em Agroenergia e Eletrônica, é pesquisadora de energia do Programa MCTI Futuro do FIT, uma iniciativa do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, com recursos da Lei nº 8.248, de 23/10/1991, e conta com a coordenação da Softex, execução e parceria com diversas instituições privadas.



Capítulo 4

Energia e processos: o bispo do jogo

Nos fascículos anteriores, enfatizamos a evolução nos processos de transformação e distribuição de energia elétrica. Fornecemos uma explanação concisa sobre as tecnologias predominantes, bem como as oportunidades e impactos associados. No entanto, é importante ressaltar, que todo esse progresso seria em vão, sem os meios de telecomunicações,

que foram detalhados no segundo fascículo. Além disso, é crucial considerar nosso sistema de infraestrutura, que engloba a geração, transmissão e distribuição de energia, citado no terceiro fascículo.

Porém, a existência de uma infraestrutura robusta de telecomunicações e redes, é inútil sem um processo adequado



de normas e resoluções. Como o enxadrista do século XIX, o Barão Tassilo, diplomata alemão, uma vez disse: “O xadrez é, em essência, um jogo. Em forma, uma arte. E em execução, uma ciência” [1]. Da mesma forma, a implementação eficaz de tecnologias de telecomunicações e redes, requer uma abordagem que equilibre a estratégia do jogo, a beleza da arte e a precisão da ciência. Isso só pode ser alcançado através de um conjunto de normas e resoluções bem definidas que acompanhem as transformações.

OS BISPOS DO SETOR ELÉTRICO

No xadrez, existem quatro bispos, dois para cada jogador. No xadrez, cada bispo é confinado a casas de uma só cor, movendo-se apenas diagonalmente, uma analogia à rigidez dos processos normativos no setor elétrico. Esta peculiaridade reflete a rigidez e a rotina dos processos em nosso setor, onde cada etapa é limitada e segue um caminho predefinido. Normas, procedimentos, conexões e resoluções normativas são os “bispos” do nosso setor, trazendo rigidez. No entanto, essa rigidez, quando aliada à modernização do nosso sistema, por meio da digitalização, impulsiona mudanças e transformações. Embora o processo possa ser desafiador, esses elementos são fundamentais para a evolução contínua do sistema.

A modernização do sistema elétrico, facilitando mudanças rápidas em normas e regulamentações, marca um progresso significativo na quebra de padrões e movimentos repetitivos. Essa transformação pode ser comparada aos desafios apresentados ao tentar tirar uma foto com um celular Motorola PT550 ou com um lampião, como mostrado no primeiro e segundo fascículo. Assim, a evolução do sistema elétrico, bem como a evolução da tecnologia, exige a superação de obstáculos e a quebra de paradigmas estabelecidos. É uma jornada desafiadora, mas necessária para o progresso.

Como podemos mudar e adaptar normas, procedimentos e resoluções, considerando o uso de IoT e IA, integrados à cibersegurança? Como acelerar a modernização das normas e resoluções? Da oportunidade ao desafio, já que não temos ainda de forma pública uma diretriz para o desenvolvimento dessas tecnologias e inserção delas, podemos utilizar e estabelecer com esses laboratórios de testes reais e abertos às novas resoluções ou previsões destas, usar a tecnologia de IA a favor do sistema, acelerando assim a transformação digital e o acesso a novas tecnologias, o desafio sempre será grande, mas se as mudanças não acompanharem teremos sistemas obsoletos.

1 - AS TECNOLOGIAS ENVOLVIDAS NO PROCESSO DE TRANSFORMAÇÃO

A transformação do setor elétrico é um desafio considerável para todas as empresas envolvidas, sejam elas distribuidoras, transmissoras ou geradoras de energia. Acompanhar a evolução tecnológica e as adaptações de mercado, requer uma transição de sistemas arcaicos para sistemas digitais. Isso exige a adaptação das redes e a calibração de novos equipamentos conforme os requisitos de conexão. Além disso, a modernização das equipes responsáveis pela manutenção e a implementação de novos processos, além de segurança são aspectos cruciais nesse processo. Portanto, a transformação do setor energético não é apenas uma questão de atualização tecnológica, mas também uma questão de adaptação organizacional e operacional. Como mencionamos no primeiro capítulo, as principais tecnologias estão relacionadas à implementação da Internet das coisas (IoT), Big data, Inteligência Artificial (IA), machine learning e blockchain.

A implantação da IoT tem revolucionado os processos no setor elétrico, tornando-os mais eficientes, seguros e econômicos. Esta inovação marca a transição de um setor tradicionalmente rígido para um modelo mais flexível e orientado a dados. A IoT oferece uma plataforma

As melhores soluções em materiais elétricos de média tensão a **Exponencial** disponibiliza para o mercado.



- ✕ Luminárias públicas LED;
- ✕ Cabos de cobre nu, flexíveis e isolados;
- ✕ Preformados;
- ✕ Cabos de alumínio nu, multiplexados, protegidos e isolados;
- ✕ Isoladores, chaves, para-raios, cruzetas, dutos corrugados;
- ✕ Rede de distribuição aérea e subterrânea.

(31) 3317-5150
(31) 3331-1333

Rua Agenério Araújo 366 - Camargos - BH/MG
vendas@exponencialmg.com.br

exponencialmg

www.exponencialmg.com.br

Produtos Homologados CEMIG

Compre com seu cartão
BNDES

robusta que permite coletar, analisar e compartilhar dados de diversas fontes, facilitando assim uma tomada de decisões mais informada e efetiva [2].

A implementação robusta da Internet das Coisas (IoT) tem melhorado e continua aprimorando o fornecimento de energia elétrica. Isso é particularmente evidente no que diz respeito ao tempo de interrupção das linhas de distribuição, um aspecto crítico do sistema, e a confiabilidade da rede.

Além disso, a transformação digital tem contribuído para a melhoria dos índices de qualidade relacionados às metas da ONU, como as métricas de eficiência. Esses avanços são fundamentais para atender às crescentes demandas do setor de energia elétrica e para garantir um fornecimento de energia confiável e eficiente para todos os brasileiros. A continuidade dessas inovações e melhorias será crucial para o futuro do setor de energia elétrica no Brasil [3]

No artigo "How will the internet of energy (IoE) revolutionize the electricity sector? A techno-economic review", o autor Laroussi discute como as camadas da IoT são aplicadas ao setor de energia. Ele descreve a camada física, também conhecida como camada base, que é a fundação do sistema. Além disso, ele menciona a camada de dados, que atua como uma interface entre as demais camadas e as aplicações. Esta análise fornece uma visão valiosa sobre a estrutura e o funcionamento do IoT no contexto da energia. Segundo o autor, no processo da camada base encontram-se os sistemas de medição, gerenciamento da distribuição, sistemas de armazenamento, carros elétricos e os sistemas de micro redes. Já na segunda camada, que liga o mundo físico, sendo a última camada de operação do sistema. [4]

As aplicações de Big Data e Inteligência Artificial estão alinhadas com a proposta de valor que visa aprimorar nosso sistema. Elas fornecem informações relevantes para a expansão do sistema, o desenvolvimento de metodologias para combater falhas e furtos



Figura 1 diferentes camadas IoT e as oportunidades oferecidas em cada nível. Fonte [4]

de energia, além de permitir a simulação de cenários futuros para a implementação de novas tecnologias. Essas tecnologias incluem sistemas de armazenamento com baterias, sistemas de geração distribuída, carros elétricos, entre outros. Além disso, a análise de dados pode ajudar a prever tendências de preços e até mesmo cenários de mudanças na regulamentação das concessionárias, normas da ABNT e de outros órgãos competentes [5].

Com a implementação de novas tecnologias no sistema elétrico brasileiro, é vital que a segurança e o conhecimento evoluam proporcionalmente. Nesse contexto, encontramos soluções inovadoras em sistemas blockchain aplicados a redes inteligentes. Essas soluções abrangem diversas áreas, como comércio de energia, veículos elétricos, gestão de resposta à demanda, além de segurança e privacidade. Essas tecnologias estão atreladas ao sistema de aprendizado de máquina (machine learning), que desempenha um papel crucial na identificação de padrões de comportamento e mudanças no consumo de energia. Além disso, essas inovações abrem novas possibilidades para o consumidor final, como o acesso a novas opções de compra de energia. Portanto, a implementação de novas tecnologias no sistema elétrico, não apenas melhora a eficiência e a segurança, mas também oferece oportunidades inéditas para os consumidores [6]

2 - CORRIDA CONTRA O TEMPO

Para ilustrar a situação atual do setor de energia, vamos considerar uma analogia: seria possível transformar um Ford Model A, de 1903, em um Rolls-Royce Boat Tail, de 2024? Poderíamos mudar um sistema mecânico para um sistema automático da noite para o dia? Embora essa comparação possa parecer exagerada, ela destaca a diferença de um século. Da mesma forma, nossas normas, regulamentações e resoluções muitas vezes demoram para se adaptar às novas tecnologias e às transformações que elas trazem.

Então, quais são as resoluções normativas para a transformação digital em clientes de baixa tensão? Como podemos nos adequar ao excesso de eletrônica inadequada presente em alguns inversores e equipamentos do cliente final, na rede da distribuidora? Equipamentos mais baratos para o cliente podem acabar sendo caros para a distribuidora de energia, considerando as harmônicas e perturbações que podem ocorrer no sistema.

Um exemplo clássico disso é a NBR 5410, a norma de Instalações Elétricas de Baixa Tensão. Desde sua última versão em 2004, houve mudanças significativas no comportamento do consumidor em relação ao uso da eletricidade e na evolução de alguns aparelhos. A questão é: essa norma acompanhou essa evolução ou previu essas mudanças? Essas são questões importantes que precisamos abordar

à medida que avançamos na era digital.

As lâmpadas incandescentes, por exemplo, evoluíram para as fluorescentes (que hoje são difíceis de encontrar para comprar) e, finalmente, para as de LED. Os eletrodomésticos também passaram por mudanças, tanto em termos de potência quanto de funcionalidade.

Além disso, com o advento das casas inteligentes, surgem novas necessidades. Precisamos de uma resolução normativa que implemente a cibersegurança nas instalações, especialmente considerando os sistemas de assistente virtual que podem ser vulneráveis a ataques cibernéticos. Essas são questões importantes que precisamos abordar, à medida que avançamos na era digital.

Este é um exemplo de como a corrida contra o tempo em relação aos avanços tecnológicos é desafiadora. Assim como não é possível tirar fotos com um lampião, também pode ser complexo acelerar o processo de evolução tecnológica em sintonia com as normas e resoluções normativas dos órgãos competentes. A questão central é: como podemos harmonizar a rápida evolução da tecnologia com a necessidade de regulamentação adequada? Este é um desafio que precisamos enfrentar à medida que avançamos na era digital.

REFERÊNCIAS

[1] Title, *Handbuch des Schachspiels*; Author, Paul Rudolph von Bilguer; Editor, Tassilo Heydebrand und der Lasa; Edition, 2, illustrated; Publisher, Veit, 1852.

[2] Sultanabonu, Kazi & Liyakat, Sayyad & Kazi, Kutubuddin. (2023). IoT in the Electric Power Industry. 8.

[3] Xavier, S.S., Lima, J.W.M., Lima, L.M.M. et al. How Efficient are the Brazilian Electricity Distribution Companies?. *J Control Autom Electr Syst* 26, 283–296 (2015). <https://doi.org/10.1007/s40313-015-0178-2>

[4] Ilias Laroussi, Liu Huan, Zhao Xiusheng, How will the internet of energy (IoE) revolutionize the electricity sector? A techno-economic review, *Materials Today: Proceedings*, Volume 72, Part 7, 2023, Pages 3297-3311, ISSN 2214-7853, <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.07.323>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785322049550>)

[5] Liao, H.; Michalenko, E.; Vegunta, S.C. Review of Big Data Analytics for Smart Electrical Energy Systems. *Energies* 2023, 16, 3581. <https://doi.org/10.3390/en16083581>

[6] Mololoth, V.K.; Saguna, S.; Åhlund, C. Blockchain and Machine Learning for Future Smart Grids: A Review. *Energies* 2023, 16, 528. <https://doi.org/10.3390/en16010528>

Excelência em Transformadores

IRRIGAÇÃO
ENERGIA FOTOVOLTAICA
ENERGIA ELÉTRICA
INDÚSTRIA
MANUTENÇÃO

MINUZZI®

www.minuzzi.ind.br

