



REVISTA

o setor elétrico

ISSN 1983-0912

Ano 17 - Edição 185 / Março de 2022

Inventário de riscos elétricos: conheça os requisitos mínimos para a sua estruturação segundo a NR 1 e a NR 10

BARRAMENTO BLINDADO:

Sistema evita improvisação e confusão no canteiro de obras

ARMAZENAMENTO DE ENERGIA:

Tipos de baterias e suas características

GUIA SETORIAL DE FABRICANTES E DISTRIBUIDORES
DE LINHAS ELÉTRICAS, TOMADAS E INTERRUPTORES



System pro E Power

O seu novo ponto forte



O System pro E Power

O System Pro E Power é um painel de distribuição em baixa tensão até 6300A com uma corrente de curto-circuito até 120kA e grau de proteção até IP-65. Ele foi desenvolvido pensando em atender pontos como flexibilidade, velocidade e simplicidade. Garantindo uma solução eficiente para a sua instalação.

Com o novo painel System pro E Power, a ABB oferece uma solução normalizada completa para a distribuição de energia elétrica em infraestruturas e indústria de acordo com as normas de referência, garantindo uma sinergia total com todos os aparelhos da ABB de baixa tensão, disjuntores de caixa moldada Tmax T e XT e disjuntores de bastidor aberto Emax2. Todos os equipamentos ABB encontram neste painel uma ótima posição de montagem, com um sistema completo de acessórios e envolventes que garantem a sua compatibilidade perfeita e facilidade máxima de montagem.

System pro E Power é o novo ponto de referência do mercado, que redefine o conceito de excelência e prestações no campo dos quadros de distribuição. Tudo isto confirma a tradição, a experiência e a primazia da ABB como líder do mercado da distribuição elétrica de energia. Quem deseja Flexibilidade, quem procura Velocidade, quem quer Simplicidade na realização de uma instalação elétrica, encontra no novo sistema de quadros de distribuição System pro E Power.

Vantagens do System pro E Power

Velocidade

System pro E Power poupa tempo nas etapas que antecedem a colocação em funcionamento do painel, cada elemento montado em qualquer configuração foi desenhado para conseguir a máxima rapidez de montagem e cablagem em plena conformidade com a regulamentação.

Simplicidade

System pro E Power aumenta a produtividade do seu trabalho simplificando os seus projetos em todas as etapas, desde o desenho e montagem até à colocação em serviço.

Certificações

System pro E Power garante a qualidade e a segurança de acordo com a norma internacional IEC61439-1 e 2.

Parceiro autorizado



ACESSE O CATÁLOGO
PARA MAIS INFORMAÇÕES





Atitude.editorial
atitude@atituedeeditorial.com.br

Diretores

Adolfo Vaiser
Simone Vaiser

Assistente de circulação, pesquisa e eventos

Henrique Vaiser – henrique@atituedeeditorial.com.br
Victor Meyagusko – victor@atituedeeditorial.com.br

Administração

Roberta Nayumi
administrativo@atituedeeditorial.com.br

Editora

Flávia Lima – MTB 40.703
flavia@atituedeeditorial.com.br

Publicidade

Diretor comercial
Adolfo Vaiser

Contato publicitário

Willyan Santiago - willyan@atituedeeditorial.com.br

Direção de arte e produção

Leonardo Piva - atitude@leonardopiva.com.br

Consultor técnico

José Starosta

Colaboradores técnicos da publicação

Daniel Bento, Jobson Modena, José Starosta, Luciano Rosito,
Nunziante Graziano, Roberval Bulgarelli.

Colaboradores desta edição

Aguinaldo Bizzo, Allyson José de Sousa Gomes,
Arthur Fernando Bonelli, Caio Huais, Daniel Bento, Giordanni da
Silva Troncha, Guilherme Chrispim, Ivan Nunes Santos,
Jobson Modena, José Starosta, Julio Omori, Luciano Rosito,
Markus Vlasits, Nunziante Graziano, Paulo Edmundo Freire,
Roberval Bulgarelli, Rodrigo Leal de Siqueira, Rodrigo Sauaia,
Ronaldo Kolozzuk, Saulo Cisneiros, Yuri Andrade Dias.

A Revista O Setor Elétrico é uma publicação mensal da
Atitude Editorial Ltda., voltada aos mercados de Instalações
Elétricas, Energia e Iluminação, com tiragem de 13.000
exemplares. Distribuída entre as empresas de engenharia,
projetos e instalação, manutenção, indústrias de diversos
segmentos, concessionárias, prefeituras e revendas de material
elétrico, é enviada aos executivos e especificadores destes
segmentos.

Os artigos assinados são de responsabilidade de seus autores
e não necessariamente refletem as opiniões da revista. Não
é permitida a reprodução total ou parcial das matérias sem
expressa autorização da Editora.

Capa: unsplash.com/photos | Daniel Zacateno

Impressão - Referência Editora e Gráfica

Distribuição - Correios

Atitude Editorial Publicações Técnicas Ltda.

Rua Piracuaema, 280, Sala 41
Cep: 05017-040 – Perdizes – São Paulo (SP)
Fone - (11) 98433-2788
www.osetoreletrico.com.br
atitude@atituedeeditorial.com.br

Filiada à



35 *Suplemento Renováveis*

Armazenamento de energia: baterias, conceitos e características. E mais: Brasil atinge 10 GW de potência instalada em geração distribuída; Desafios da tributação e o crescimento da energia solar no Brasil.

4 *Editorial*

6 *Coluna do consultor*

Reflexos da guerra da Ucrânia no setor elétrico.

8 *Painel de notícias*

Brasil é o sexto país com mais eólicas no mundo; BYD inaugura nova linha de produção de módulos fotovoltaicos em Campinas; Neoenergia comercializa em 2021 mais de 11 TWh; Lançada plataforma do novo Atlas Eólico e Solar do Rio Grande do Norte; Abilux anuncia novo presidente; CTEG Brasil instala 18 eletropostos entre São Paulo e Mato Grosso do Sul. Estas e outras notícias sobre produtos, empresas e mercado da engenharia elétrica no Brasil.

15 *Fascículos*

Digitalização do setor elétrico

Manutenção 4.0

Segurança cibernética

46 *Guia setorial*

Como o barramento blindado ajuda a evitar improvisação e confusão no canteiro de obras. Confira também um guia de fabricantes e distribuidores de linhas elétricas, tomadas e interruptores.

52 *Aula prática*

Requisitos para a elaboração de um inventário de riscos elétricos.

58 *Espaço Aterramento*

Campanhas de sondagens geofísicas para projetos de aterramento de UFV.

60 *Espaço SBQEE*

Instabilidades harmônicas: um fenômeno cada dia mais presente na rede elétrica.

62 *Espaço Cigre-Brasil*

Tendências e oportunidades globais para o setor elétrico em 2022.

Colunas

64 Jobson Modena - Proteção contra raios

65 Luciano Rosito - Iluminação pública

66 Nunziante Graziano - Quadros e painéis

68 Daniel Bento - Redes subterrâneas em foco

70 José Starosta - Energia com qualidade

72 Roberval Bulgarelli - Instalações Ex

Transformação digital: novas oportunidades de negócio

Temos falado, lido e ouvido muito ultimamente sobre digitalização e transformação digital, não apenas nas páginas desta publicação, mas em todos os veículos de comunicação, em trabalhos e rodas de conversa pelo mundo corporativo e até nas nossas interações com amigos e familiares. O setor elétrico, diferentemente do que possa parecer, foi um dos primeiros setores a adotar as tecnologias digitais. Na década de 1970, as concessionárias de energia foram pioneiras ao utilizarem tecnologias emergentes para facilitar o gerenciamento e a operação da rede. Segundo a Agência Internacional de Energia, as empresas de petróleo e gás há muito usam tecnologias digitais para melhorar a tomada de decisões para ativos de exploração e produção, incluindo reservatórios e dutos. Isso globalmente falando.

Embora o setor elétrico tenha sido "early adopter" das tecnologias digitais, no Brasil, o processo tem sido longo e somente nos últimos anos pode-se perceber grandes evoluções nesta área. É o que temos mostrado nos três fascículos que estão sendo publicados ao longo deste ano, que, direta ou indiretamente, tratam do tema.

Sabemos que a transformação digital é um processo longo e contínuo, uma vez que as tecnologias estão em constante evolução. Uma análise recente da Frost & Sullivan concluiu que a digitalização das empresas de energia continuará a acelerar nesta década. Ao incorporar soluções de computação em nuvem, big data, inteligência artificial e Internet das Coisas (IoT), as empresas estão transformando seus negócios que vão além da comercialização de energia.

Sendo as redes elétricas a espinha dorsal da transição energética, a tendência é que muitos aportes financeiros ainda sejam feitos nessa infraestrutura. De acordo com a consultoria americana, embora o investimento digital nas empresas do setor elétrico tenha sido tradicionalmente voltado para a digitalização de processos internos para otimizar a organização do trabalho e reduzir custos, agora está cada vez mais voltado para reinventar modelos de negócios e criar novos fluxos de receita por meio de negócios conectados. O report afirma que, moldados pelas mudanças do mercado e pela própria transição energética, novos modelos de negócios estão se tornando disponíveis com destaque para equipamentos inteligentes (medidores, por exemplo), mobilidade elétrica, energias renováveis e armazenamento de energia.

Os fascículos deste ano dão dicas valiosas sobre o caminho que estamos trilhando neste sentido.

Boa leitura!

Abraços,

Flávia Lima

flavia@atitudeeditorial.com.br



Edição 185



Acompanhe nossos lives e webinars com especialistas do setor em nosso canal no YouTube:
<https://www.youtube.com/osetoreletrico>



60
ANOS

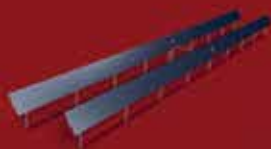
Há **60 ANOS** contribuindo para o bem-estar das pessoas,
provendo continuidade e qualidade de energia.



Transformadores



Artefatos de Concreto



Estruturas Solares



Ferragens Eletrotécnicas



Smart Grid



Cabines Metálicas



Skids Solares

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



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

(31) 3317-5150

Rua Titânio 153 - Camargos - BH/MG
vendas@exponencialmg.com.br

 **exponencialmg**

www.exponencialmg.com.br

Produtor Homologados **CEMIG**

Compre com seu cartão
BNDES



José Starosta é diretor da Ação Engenharia e Instalações e membro da diretoria do Deinfra-Fiesp e da SBQEE. É consultor da revista O Setor Elétrico
jstarosta@acaoenge.com.br

Um xeque-mate sangrento. Teria precedentes?

Durante a Guerra Fria, que durou mais de quatro décadas no século passado, assistimos a embates civilizados entre as potências mundiais em volta de um tabuleiro, do lado soviético os mestres Karpov (soviético-russo) e Kasparov (soviético-azerbaidjane) e do lado ocidental o americano Fisher.

Veio a Perestroika com o líder Gorbachev que desmontou a União Soviética, caiu o muro de Berlim e o mundo respirava e esperava liberdade e prosperidade. Será? Parece que não exatamente.

O massacre na Ucrânia é uma resposta insana e desproporcional a pontos mal resolvidos, principalmente quando o seu vizinho passa a ser um ex-amigo. Aliás, será que existem coincidências com a história recente? Um líder com cara de psicopata matando todos pela frente! Parece que sim, já vimos isso na década de 1940.

Como o nosso tema não é geopolítica, isso é para os “especialistas” que somos convidados a tentar entender, temos que avaliar o que vai se passar com a boa e velha energia e outros aspectos da nossa economia.

A Rússia, detentora de muito combustível fóssil, e de redes de distribuição de gás alimenta grandes países da Europa ocidental que utilizam o insumo para aquecimento e em especial substituição por fontes nucleares, como é o caso da Alemanha, que, após Fukushima, decidiu pela “limpeza” da matriz energética. Não será bem assim, alguns

sonhos terão que ser prorrogados.

A elevação do preço do barril de petróleo para USD 130, os embargos sofridos pelos russos, a falta dos minerais que compõem os fertilizantes químicos que são produzidos naquela parte do mundo, a redução de exportação de alimentos, são algumas das consequências que passaremos também aqui no Brasil.

As fontes renováveis, que se tornaram protagonistas de um futuro verde, não possuem ainda a capacidade de responderem por energia de base. A troca de gás por sol ou por vento, por enquanto, não é possível.

Nos anos de 1970, o mundo acompanhou o embargo do petróleo promovido pela OPEP em retaliação à situação política no Oriente Médio. Vale repetir as lições aprendidas naquela oportunidade? Claro que sim!

Nessas semanas que deixamos de ouvir sobre Corona e passamos a ouvir sobre a guerra, poucos falaram sobre redução de desperdícios e eficiência energética. Por quê? Não dá lucro? Não vale a pena?

Nosso modo de vida deve dar chance para modelos mais leves e, de fato, mais sustentáveis valorizando o transporte público digno e barato, como ferrovias interligando nossas capitais e, no campo doméstico, ciclovias que interliguem os modais, e energia consumida com consciência e conhecimento técnico.

Que tenhamos boas novas!

SAIBA MAIS



**NÓS SOMOS A
SEGURANÇA DA SUA
INSTALAÇÃO ELÉTRICA.**

100% DA LINHA EM IK08,
MODELOS EM IP44 E IP67

Famatel.br 

Impostos no setor elétrico representam quase 50% dos custos de operação das empresas

Segundo a PwC e o Instituto Acende Brasil, os impostos do setor elétrico chegam a representar quase 50% da operação, com cifras milionárias para cada empresa, o que reflete diretamente no preço final da energia para os consumidores e até nos índices inflacionários do mercado.

Isso se dá pela composição desse ecossistema. Primeiramente, a energia parte das usinas geradoras, sendo a maior parte proveniente das hidrelétricas (70%), termelétricas (14%), energia eólica (8%) e solar (1,6%). Nas cidades – que nem sempre são próximas à origem da geração –, a energia chega em subestações de distribuição, percorrendo a fiação aérea ou subterrânea, sendo levada, por fim, até ruas, indústrias e residências.

Especificamente no Brasil, o setor é, por um lado, uma das principais alavancas para a retomada da economia pós-pandemia de Covid-19 (devido à sua infraestrutura, que atrai investimentos dentro e fora do País, movimentando mais de R\$ 400 bilhões por ano, segundo dados do Ministério de Minas e Energia), por outro, é muito complexo, à medida que cada uma das concessionárias (e todo o ecossistema que as compõem) atende diversos municípios, muitas vezes, em diferentes estados – com sistemas de tributos e alíquotas específicos.

Por exemplo: a Energisa tem 7,7 milhões de clientes em 862 municípios nas cinco regiões do Brasil, o que significa que ela leva eletricidade a cerca de 20 milhões de pessoas, o equivalente a 10% da população brasileira. Isso quer dizer que, para cada estado, há um cenário tributário diferente, principalmente por causa do ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços).



Segundo Lucas Ribeiro, CEO da ROIT, accounttech especializada em tributação para grandes empresas, utilizando Inteligência Artificial e robotização, a complexidade do sistema não para por aí. Há outras taxas e contribuições que incidem nos valores da geração, transmissão e distribuição de energia, como alíquotas variáveis de insumos (exemplo: carvão mineral para a termelétrica, em que há um incremento de preço por causa dos combustíveis utilizados para as térmicas entrarem em operação nas crises hídricas). Tudo isso influencia os custos e os preços da energia e, conseqüentemente, o gerenciamento de todos esses ativos.

O especialista conta que, atualmente, a tecnologia vem auxiliando as empresas do segmento a realizar a gestão de todos esses processos, contribuindo para uma maior eficiência e melhores resultados. Um exemplo prático disso é a substituição de atividades manuais com até 98% de acuracidade. “A Inteligência Artificial da ROIT foi treinada para interpretar 32 tipos de documentos de entrada (compras), além de já ter classificado e extraído mais de 12 milhões de documentos com OCR (Optical Character Recognition –

Reconhecimento Óptico de Caracteres) e NLP (Natural Language Processing)”, conta o CEO.

A tecnologia ainda possibilita, muitas vezes, a diminuição da carga fiscal, como explica Ribeiro: “a legislação tributária não está 100% preparada para disciplinar essa atividade. Em razão disso, surgem diversas oportunidades que podem minimizar a carga tributária do setor, como incentivos à pesquisa e desenvolvimento e ao tratamento das despesas regulatórias. Tudo isso os robôs analisam e trazem pronto como sugestão de aplicação”.

Baseado na previsão de que a Inteligência Artificial, até 2030, contribuirá em mais de US\$ 15,7 trilhões para a economia global, solucionando problemas complexos que até hoje só foram possíveis com inteligência humana ou ainda nem foram solucionados, Lucas enfatiza que há, ainda, em toda esta gama de soluções inovadoras, ferramentas que permitem apuração, geração e pagamento automático de guias de tributos, entregas automáticas de obrigações acessórias, conciliações em tempo real com IA e muito mais.

Abilux anuncia novo presidente

Roberto Saheli foi eleito presidente da Associação Brasileira da Indústria de Iluminação (Abilux) para estar à frente da entidade no período 2022 – 2026. As eleições foram realizadas no último dia 17 de março.

Empresário do setor de iluminação, Saheli faz questão de mencionar que um dos desafios a ser enfrentado é o de dar continuidade ao trabalho e grande legado deixado pelo ex-presidente da Abilux, Carlos Eduardo Uchôa Fagundes. “Mas, a sorte é que vou contar com a colaboração de uma diretoria extremamente capacitada e motivada a trabalhar nos próximos quatro anos para que a Abilux se consolide como agente de

modernização do mercado de iluminação unindo consumidores, especificadores, universidades e laboratórios às mais de 600 indústrias do setor em atividade no Brasil”, menciona Saheli.

Saheli lembra ainda que a nova diretoria tem também como meta estreitar ainda mais as relações com entidades de classe e órgãos do Governo que são fundamentais na promoção da melhoria da qualidade e da segurança dos produtos de iluminação que chegam ao consumidor. Neste universo estão o Inmetro e entidades empresariais nacionais e internacionais.

O paulistano Roberto Saheli tem 56



anos. Administrador de Empresas formado pela FAAP – Fundação Armando Álvares Penteado, iniciou suas atividades profissionais na Osram. Atualmente é o diretor estratégico da Ourolux, empresa especializada em iluminação com 30 anos de existência.

CTG Brasil vai instalar 18 eletropostos entre São Paulo e Mato Grosso do Sul

Com investimento de R\$ 8,2 milhões, uma rede de 18 eletropostos já começou a ser instalada em um trajeto de 1.300 km entre os estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul pela CTG Brasil. O projeto, que inicialmente une a sede a 12 usinas hidrelétricas operadas pela empresa, será finalizado ainda neste ano de 2022 e prevê testes de um modelo de negócio viável para recarga de veículos elétricos.

Realizado em parceria com o instituto de ciência e tecnologia Lactec e a fabricante de carregadores de veículos Incharge, o projeto de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) realizado no âmbito da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) irá disponibilizar postos de carregamento nas operações da CTG Brasil ao longo do Rio Paranapanema e na região que interliga a Usina Hidrelétrica Jupuí, localizada entre os municípios de Andradina (SP), Castilho (SP) e Três Lagoas (MS); e Ilha Solteira, entre as cidades de Ilha Solteira (SP) e Selvíria (MS).

Os oito primeiros eletropostos instalados estão em fase de testes nas usinas Jupuí, Ilha Solteira, Canoas I e II e Capivara, além da sede da CTG Brasil, em São Paulo. Futuramente, a rota deve ser estendida, por meio de parcerias locais, para pontos públicos nas regiões de Ilha Solteira (SP), Três lagoas (MS), Cerqueira Cesar (SP) e São Paulo (SP), tornando parte da rede acessível à população em geral. Quando finalizada, a rota será uma das maiores de mobilidade elétrica, em extensão, financiada por uma empresa do setor elétrico brasileiro.

Além dos eletropostos, a CTG Brasil também está disponibilizando sua atual frota elétrica, que hoje representa 14% do total de veículos da empresa, como parte dos testes.

A implementação dos eletropostos traz ainda importantes contribuições para o segmento da eletromobilidade no Brasil. Processos como a implantação de um sistema geral de monitoramento dos pontos de recarga, interoperabilidade de comunicação, faturamento e autorização de acesso para os veículos podem ser analisados e aperfeiçoados.



Neoenergia comercializa em 2021 mais de 11 TWh e 5,2 milhões de I-RECs

A Neoenergia comercializou, em 2021, mais de 11 TWh diretamente para clientes finais no mercado livre, para o ano corrente, bem como para os próximos anos. Esse volume de energia equivale ao consumo de um estado como o Ceará em um período de quase um ano e representa um aumento de 60% em relação a 2020.

Além dos contratos mais corriqueiros no mercado livre, com duração de 1 a 5 anos, a estratégia de crescimento também passa pelos acordos denominados por PPAs (no inglês, Power Purchase Agreement), um modelo a longo prazo que tem entre as suas vantagens a possibilidade de garantia de que a energia é proveniente de fonte limpa, além de flexibilidade, segurança e mais economia, uma vez que os preços são prefixados. O volume desses contratos alcançou 7,55 TW, 828% mais do que em 2020.

“Os consumidores estão cada vez mais atentos à compra de energia limpa como

um vetor de geração de valor. E esse é o nosso foco. Atuamos para expandir ainda mais a nossa carteira de projetos eólicos e solares, com um plano estratégico de investimentos de longo prazo. A assinatura de contratos de longo prazo compõe esta estratégia”, diz o diretor de Negócios Liberalizados da Neoenergia, Hugo Nunes.

Em 2021, a Neoenergia fechou um contrato com a Âmbar, braço de energia do grupo J&F, que inclui empresas como JBS, Eldorado Brasil Celulose, Flora, PicPay e Banco Original. Pelo acordo, também no modelo PPA, serão acessados 30MWh de energia renovável por dez anos, a partir de 2023. A energia contratada será proveniente dos dois novos complexos eólicos no Nordeste, que somam mais de 1 GW de capacidade instalada.

Em 2021, a Neoenergia ampliou os serviços oferecidos e passou a comercializar Certificados de Energia Renovável (I-REC, na sigla em inglês). Estes certificados são



uma forma amplamente aceita no mercado financeiro global para demonstrar práticas energéticas sustentáveis e equilibrar emissões de gases de efeito estufa (GEE), podendo ser reportados junto a índices de sustentabilidade de Bolsas de Valores. Cada MWh gerado por uma usina de energia limpa cadastrada equivale a 1 I-REC. A Neoenergia possui parques eólicos credenciados pelo Instituto Totum, responsável pelo sistema no Brasil. No primeiro ano, foram vendidos cerca de 5,2 milhões, para clientes como a Natura.

Huawei lança inversor inteligente de 75 WK

A Huawei Digital Power acaba de lançar para o mercado seu novo inversor SUN2000-75KTL-M1, idealizado para impulsionar os negócios da empresa e gerar energia de zero carbono para os setores industrial e comercial.

O SUN2000 é um inversor inteligente de 75WK (75KTL) de potência e proteção IP66, que conta com a tecnologia AFCI, que identifica e interrompe arcos elétricos, principais responsáveis pela ocorrência de incêndios e danos ao patrimônio. Com design livre de fusíveis, inteligência artificial embarcada e diagnóstico inteligente de curva I-V, o novo dispositivo tem até 98,6% de eficiência, informa a fabricante.

Os inversores de 75KW são os principais produtos de microgeração de energia do mercado e correspondem a 23% das importações nesse segmento. “Na Huawei Digital Power, desenvolvemos soluções para digitalizar o setor elétrico e torná-lo mais sustentável por meio da geração de energia fotovoltaica limpa e segura. Com a chegada do 75KTL ampliamos a nossa cobertura do mercado de C&I em franca expansão”, afirma Nelson Stanisci, gerente de Soluções e Produtos para a Huawei Digital Power.

Enel registra aumento de quase 400% em certificados de energia renovável

A comercializadora da Enel Brasil, a Enel Trading, registrou forte expansão em 2021 e se consolidou entre os três principais players no mercado livre de energia. Impulsionada pela venda de energia renovável da Enel Green Power, braço de geração limpa do grupo Enel, a comercializadora registrou aumento de 70% no volume de energia vendida e de 119% em sua base de clientes em 2021, em relação ao ano anterior. Além disso, inclui importantes clientes nacionais e internacionais na carteira.

A empresa também viu disparar em quase 400% o número de certificados de energia renovável (IRECs) comercializados no ano passado em relação ao ano anterior, totalizando 5,6 milhões em 2021.

“A sociedade se mobiliza cada vez mais em relação à necessidade de um futuro mais sustentável e nossos clientes têm buscado suprir essa demanda com uma



energia limpa e certificada”, explica Dario Miceli, Responsável pelas atividades de Trading e Comercialização da Enel Trading. A certificação I-REC comprova a origem renovável da energia e tem sido uma das

muitas apostas de empresas para expansão da agenda ESG (Governança Ambiental, Social e Corporativa), contribuindo para a redução de emissões de gases de efeito estufa na atmosfera.

OBO
BETTERMANN

+ 30.000 Produtos.

Agora com presença nacional mais forte.

(15) 3335-1382

www.obo.com.br / mkt.info@obo.com.br

**Bandejamento
para Cabos**



DPS



**Proteção Passiva
Contra Incêndio**



Lançada plataforma do novo Atlas Eólico e Solar do Rio Grande do Norte



O Instituto Senai de Inovação em Energias Renováveis (ISI-ER) desenvolveu e lançou para o mercado uma plataforma online do novo Atlas Eólico e Solar do Rio Grande do Norte. A ferramenta concentra informações sobre os ventos que sopram no estado onshore (em terra) e offshore (no mar), além do potencial de geração de energia solar.

Os dados são colhidos por meio de estações solarimétricas instaladas em seis municípios e de uma torre anemométrica na região de Areia Branca, com informações, por exemplo, sobre velocidade e frequência dos ventos em diferentes alturas. As análises são feitas por pesquisadores, pesquisadoras e especialistas do Instituto, entre mestres, doutores e técnicos em áreas como meteorologia, ciências climáticas, geografia, engenharia, energia eólica e solar.

A plataforma também apresenta em um único endereço online informações de fontes como Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), Empresa de Pesquisa Energética (EPE), Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Instituto Brasileiro

do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que indicam, por exemplo, a infraestrutura de energia – como linhas de transmissão disponíveis – infraestrutura de transporte em diferentes áreas do estado e informações socioeconômicas e ambientais consideradas chaves em atividades de pesquisa e desenvolvimento do setor, em estudos ambientais e de viabilidade técnica, assim como em outras análises que envolvem investimentos. Entre as possibilidades com o acesso estão a construção de mapas com diferentes camadas de informações e downloads de dados.

O diretor do ISI-ER, Rodrigo Mello, apresentou três pontos de inovação do trabalho como principais destaques: “estamos instalando a maior torre anemométrica do Brasil no município de Jandaíra, com 170 metros, uma altura equivalente a um prédio de 60 andares, para medir informações de vento que vamos disponibilizar na plataforma. Outra

inovação é que instalamos sete outras estações de medição, seis delas em terra e uma no mar, a 20 km da praia, conseguindo um nível de informação ainda não visto em Atlas nenhum do Brasil”, disse ele. “O nível de precisão para a tomada de decisão dos investimentos passa a ser outro a partir de agora. É uma evolução de 100% e com uma terceira vantagem: os dados ficam disponíveis online”, concluiu.

O ambiente disponibiliza informações medidas em campo por estações meteorológicas instaladas pelo Instituto, além de bases de dados públicas com informações socioeconômicas e de infraestrutura que podem ser cruzadas para realização de estudos e tomada de decisões das empresas. O acesso à plataforma é gratuito: <http://atlaseolicosolar.com.br/>

O trabalho foi desenvolvido pelo ISI-ER por meio de um termo de colaboração firmado entre o governo, através da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico (Sedec), e a Federação das Indústrias do estado (FIERN).

BYD inaugura nova linha de produção de módulos fotovoltaicos em Campinas



Após completar cinco anos do início de suas atividades em sua fábrica localizada em Campinas (SP), a BYD Energy inaugura sua nova linha de produção de módulos fotovoltaicos no país. Além de implantação de equipamentos de última geração, que permitiram elevar o nível de automação e tecnologia nos processos fabris, foram agregadas diversas tecnologias aos produtos como Multi-busbar, half-cell, 1/3 cut cell, micro-gap e negative-gap. A empresa passa a comercializar uma linha completa de módulos de alta potência, mono e bifaciais, que variam de 450 W até 670 W.

As novas instalações da BYD Energy receberam 98% de renovação em seus equipamentos e processos, seguindo uma tendência mundial, adotando tecnologia de ponta disponível no Brasil e exterior.

Os novos módulos voltaicos que passam a ser comercializados no mercado pela BYD Energy - desde o projeto, desenvolvimento, até a completa implantação - foram desenvolvidos pela engenharia local da própria empresa.

A nova linha permitiu também que a fábrica se tornasse compatível com todas as dimensões de células fotovoltaicas, atualmente disponíveis no mercado, com grande ganho de produtividade e eficiência. Assim, agora é possível realizar a laminação e o encapsulamento de módulos convencionais ou double-glass. Outro fato de destaque é que a expansão e transformação dos processos produtivos garantiram à empresa triplicar sua capacidade para atingir 0,5 Gigawatt, suficiente para abastecer uma cidade com 750 mil habitantes.



Você não vê, mas a JEA Sul está sempre com você!

TECNOLOGIA EM SUSTENTAÇÃO DE FIOS E CABOS.



Eletrocalhas



Perfilados



Leitos para cabos



Abraçadeiras



Aramados



Drywall



Barra Roscada



Acessório para eletrocalha



Eletrodutos

A JEA Sul está sempre comprometida em trazer produtos de altíssima qualidade, moderniza-se constantemente para acompanhar um mercado de muitas mudanças tecnológicas. Sabendo das necessidades de um mercado cada vez mais exigente, se empenha em oferecer soluções para fabricação e comercialização de produtos para instalações elétricas, hidráulicas e mecânicas, satisfazendo necessidades e realizando sonhos de consumo.

(41) 3278 - 7800

@jeasul

jeasul@jea.com.br

www.jeasul.com.br

Escaneie o QR code e entre em contato conosco!



Cemig intensifica combate a furto de energia em 2021

Intensificando o combate às perdas na medição em sua área de concessão, a Cemig conseguiu incrementar e recuperar, apenas em 2021, cerca de 600 GWh de energia faturada. Esse valor é a soma da energia que passou a ser medida após a regularização das unidades, mais a energia recuperada de consumos irregulares em períodos anteriores. Com isso, houve relevante queda nas perdas totais da Cemig Distribuição em relação a 2020, mitigando a distância em relação aos valores das perdas regulatórias.

As irregularidades detectadas pelos técnicos da companhia são fotografadas, registradas e retiradas e, nos casos de intervenção no interior dos medidores, os equipamentos são lacrados e enviados para laboratório, onde passam por avaliação, conforme determina a Aneel. Caso sejam comprovadas as irregularidades, os responsáveis deverão ressarcir a companhia

em relação ao montante de energia consumida que não havia sido devidamente faturada.

“Além da responsabilização penal, quem pratica irregularidade deverá ressarcir à distribuidora a energia não faturada, de forma retroativa e pagar um custo administrativo que pode chegar a quase R\$ 4.400”, explica o gerente de medição e perdas da Cemig, Luiz Renato Fraga Rios.

Segundo os cálculos da Cemig, apesar de deter cerca de 30% dos clientes, a Região Metropolitana de Belo Horizonte concentra aproximadamente 60% das perdas da empresa. Em 2021, as 70 mil regularizações da região representaram 63% das infrações detectadas no estado.

Luiz Renato Fraga Rios alerta que as ligações irregulares colocam em risco a segurança da população, tendo em vista a possibilidade de acidentes com a rede

elétrica, com consequências graves e até fatais. Além disso, essa prática traz impactos na qualidade da energia no sistema elétrico, podendo causar interrupções no fornecimento para clientes regulares, incêndios e queima de aparelhos e equipamentos.

Para 2022, a Cemig tem planejado algumas ações no sentido de combater as fraudes. Até dezembro próximo, o Plano de Recuperação de Energia tem por objetivo inspecionar, regularizar ou modernizar a medição de faturamento de 1,4 milhão de unidades consumidoras. Apenas para a Região Metropolitana de Belo Horizonte, é prevista a instalação de cerca de 300 mil medidores inteligentes, sendo 25 mil com redes blindadas, além da troca de 120 mil medidores obsoletos, proporcionando condições, ferramentas e conhecimento para reduzir ainda mais as perdas da empresa.

Hitachi Energy assina acordo de cooperação e equipa laboratórios do Senai

A Hitachi Energy firmou uma parceria com o Senai-SP com o objetivo de oferecer soluções tecnológicas educacionais para cursos técnicos no setor de energia (Eletrotécnica e Sistemas de Energias Renováveis) e de manutenção (Gestão de Ativos), bem como a criação de novos cursos de aperfeiçoamento profissional e de especialização, seguindo as tendências de mercado para aumentar a competitividade da indústria brasileira.

Por meio do seu plano de Sustentabilidade 2030, a empresa reforça o seu empenho em acelerar ações que conduzam os negócios de uma forma sustentável. O plano estratégico é construído em torno de quatro pilares fundamentais: planeta, pessoas, paz e parceiros -- com base nos ODS da ONU. Como parte do seu pilar de pessoas, a Hitachi estabeleceu objetivos claros no apoio ao ODS 4 (educação de qualidade), refletido nesta parceria. Para o acordo de cooperação técnica com o Senai-SP, a empresa irá fornecer estrutura completa para o desenvolvimento de tecnologias que estarão presentes em duas unidades escolares diferentes.

A Escola Senai "Almirante Tamandaré", em São Bernardo do Campo (SP), receberá um software de última geração para monitoramento do desempenho energético e manutenção preditiva 4.0 para implementação em seu Laboratório de Gestão de Ativos e a Escola Senai "Jorge Mahfuz" localizada no bairro de Pirituba em São Paulo (SP), receberá equipamentos e software para desenvolver atividades em Gestão de Ativos, Segurança Cibernética, Redes e protocolos de comunicação além do Grid 4.0 aplicado em Sistemas de Proteção e Controle para Geração, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica. Estes laboratórios estarão integrados de tal forma que os dados gerados na unidade localizada no bairro de Pirituba (SP) serão analisados e tratados na escola de São Bernardo do Campo (SP).

Com o início das atividades previstas para janeiro de 2023, o Senai Almirante Tamandaré irá atender mais de 300 estudantes por ano. Por outro lado, a escola Jorge Mahfuz já está operacional. Na grade de ensino, a unidade conta com cursos técnicos, de graduação e pós-graduação no setor da energia.

16 DIGITALIZAÇÃO DO SETOR ELÉTRICO

A transformação digital está em toda a parte. No setor elétrico, a digitalização já é realidade com processos cada vez mais automatizados e com a entrada de incontáveis dispositivos, como sensores, medidores, câmeras, computadores, etc. Sob coordenação de Julio Omori, superintendente na Copel Distribuição, este fascículo, composto por 4 artigos, abordará conceitos, histórico, evolução e tendências de digitalização no setor elétrico. Nesta edição:

Capítulo II - Digitalização de plantas de geração e de subestações

Por Julio Omori

- Automação da operação do SEP
- Digitalização das plantas de geração
- Digitalização de subestações



22 MANUTENÇÃO 4.0

Cada vez mais, a manutenção de instalações de média e alta tensão incorpora hardwares, softwares e inteligências que auxiliam na organização, no controle e na eficiência dos processos, eliminando prejuízos e conferindo mais agilidade aos mantenedores. Esta série de 8 capítulos, coordenada pelo engenheiro Caio Huais, gerente nacional de manutenção no Grupo Equatorial Energia, discorrerá sobre a chegada da chamada "Manutenção 4.0", passando por aspectos conceituais e práticos.

Capítulo II - Equipamentos elétricos de potência: visão geral dos principais ativos e boas práticas de engenharia de manutenção

Por Yuri Andrade Dias

- Transformadores de força
- Transformadores de serviços auxiliares
- Transformadores de instrumentos
- Disjuntores e chaves seccionadoras
- Módulos híbridos



30 SEGURANÇA CIBERNÉTICA

A transformação digital tem revolucionado o mundo que conhecemos. Neste ambiente de constante evolução, é preciso aproveitar as oportunidades e também monitorar os riscos. Um deles diz respeito à segurança cibernética, tema que tem preocupado gestores de todos os setores, incluindo o elétrico. Por isso, é tema deste fascículo de 8 artigos sob o comando de Rodrigo Leal, assessor da Diretoria de Operação da Chesf.

Capítulo II - O problema existe, é real e precisamos combatê-lo

Por Rodrigo Leal de Siqueira

- Transformação digital
- Escassez de profissionais
- Governança corporativa



SOLUÇÕES

Digitalização do setor elétrico

Por Julio Omori*



Capítulo II

Digitalização de plantas de geração e de subestações

1) INTRODUÇÃO

Os ativos das grandes instalações de geração e de transmissão continuam sendo os mais importantes do sistema elétrico, pois a potência envolvida é muito elevada. Invariavelmente, quanto maior a potência maior a tensão de operação e uma falha ou indisponibilidade de uma instalação pode comprometer a operação do Sistema Interligado Nacional (SIN).

A cadeia tradicional do sistema elétrico de potência ainda mantém de forma predominante a conexão básica entre a geração, transmissão e distribuição de energia, sendo divididos nestas três zonas funcionais para o planejamento, operação, manutenção e agora para a própria digitalização.

Com a entrada em escala dos Recursos Energéticos Distribuídos (REDs) estes níveis e as suas relações estão em transformação. A Geração Distribuída (GD), com penetração principalmente no segmento da distribuição de energia, está revolucionando esta cadeia. No capítulo 4 desta série de fascículos será explorada a relação entre a digitalização e os recursos energéticos distribuídos dentro de conceitos, como as microrredes e as Virtual Power Plants (VPPs).

Como foi apresentado no capítulo 1 desta série, os sistemas de automação da operação a partir da década de 2000 têm sido classificados como digitais, com características similares aos sistemas numéricos, com hardware cada vez mais integrado e com muita tecnologia de comunicação de dados, principalmente, com a utilização das redes industriais e da própria fibra ótica como meio. Desta forma, o conceito de sistemas totalmente digitais pode ser aplicado de forma ampla. Também deve ser destacado que a padronização e a adoção de normas internacionais têm provocado uma oportunidade muito interessante de interoperabilidade.

Outro conceito importante que tem ganhado cada vez mais

escala nos processos industriais e não poderia ser diferente para as aplicações nas usinas de energia e nas grandes subestações é o de Internet of Things (IOT), ou Internet das Coisas. Com a adoção de sensores, atuadores e controladores digitais diretamente no nível de campo, o cabeamento de cobre convencional é substituído por uma rede de comunicação de dados, permitindo um ganho de funcionalidade e confiabilidade sem precedentes.

Nas primeiras etapas de automação dos sistemas de operação, as funções desempenhadas por um dispositivo eram dedicadas. Hoje, as funções, principalmente dos IEDs, são determinadas por software, ganhando flexibilidade e a possibilidade de múltiplas tarefas.

Estas são algumas das características da digitalização destes grandes sistemas que serão abordadas neste capítulo, ratificando sempre que sua atualização tecnológica só tem sentido se aumentar a qualidade dos serviços prestados com contribuição para a redução de custos, tanto durante a implantação quanto durante o seu ciclo de vida, refletindo em otimização para operação e manutenção com grandes recursos adicionais.

2) A AUTOMAÇÃO DA OPERAÇÃO DO SISTEMA ELÉTRICO DE POTÊNCIA BULK

A principal função das grandes instalações de geração e transmissão de energia é manter a estabilidade para um sistema interligado. Continuamente é essencial manter a equação básica em que a somatória das fontes geradoras deve atender a todo o consumo mais as perdas. Executar este procedimento de forma contínua é um grande desafio, tendo em vista a necessidade de paradas voluntárias e involuntárias devido à alguma contingência no sistema ou até mesmo uma previsão não aderente da capacidade de geração ou distorção no consumo.

Ser bem-sucedido nesta tarefa, como é o caso do Sistema Interligado Nacional Brasileiro, requer um elevado nível de automação para o cumprimento das receitas previstas para operação diária e tratamento das contingências. A digitalização ajuda muito neste contexto proporcionando mais rapidez e qualidade do controle de geração e no compartilhamento de dados entre as instalações, os centros de controle regionais e os nacionais.

A Figura 1 ilustra a visão de supervisão e controle do sistema de potência, também denominado de despacho de carga ou Sistema de Gerenciamento de Energia (Energy Management System), que possibilita a coordenação da operação e manutenção do sistema elétrico de forma global. Este sistema possui níveis hierárquicos em que os seguintes níveis podem ser denominados:

COS – Centro de Operação do Sistema: papel desempenhado hoje pelo Operador Nacional do Sistema, que possui unidades descentralizadas estrategicamente localizadas para o atendimento de todo o território nacional;

COR – Centro de Operação Regional: invariavelmente executa as operações corriqueiras e normalmente é operada pelos agentes de transmissão e geração do setor;

COD – Centro de Operação da Distribuição: possui inter-relação com o COS e o COR;

UAC – Unidade de Aquisição de Dados e Controle: instalada em cada site e realiza o trabalho a nível de campo.

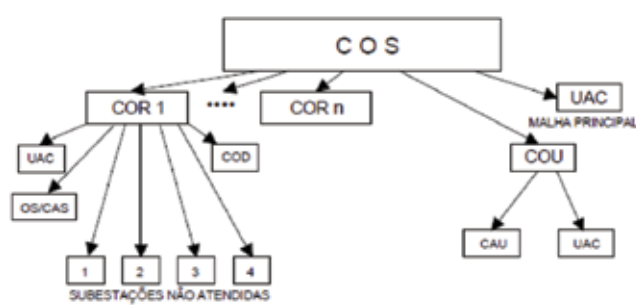


Figura 1 – Conexão entre as principais unidades de supervisão e controle do Sistema.

Outra visão interessante do sistema elétrico é a Figura 2, que apresenta a conexão do fluxo de energia elétrica entre os principais elementos e o fluxo de comunicação de dados.

Como já foi apresentado, a conexão de energia elétrica ocorre das grandes usinas geradoras até o último consumidor normalmente de forma unidirecional. A necessidade de comunicação cada vez maior por dados impulsionados pela digitalização já possui um número muito maior de conexões, estabelecendo relações com outros participantes, como comercializadoras, centros de operação, novos serviços entre outros.

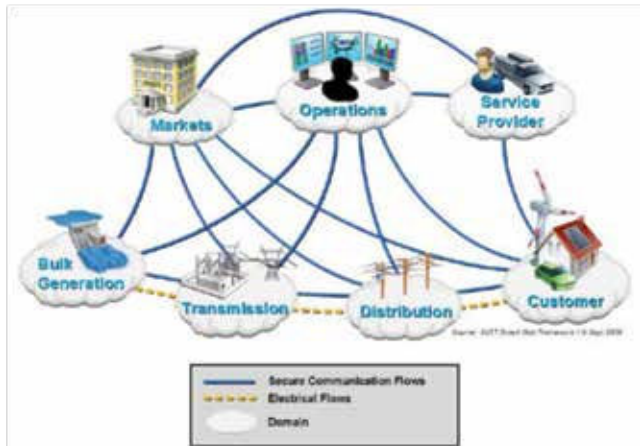


Figura 2 – Conexões entre os participantes do Sistema de Potência – Fonte Nist.

3) DIGITALIZAÇÃO DAS PLANTAS DE GERAÇÃO

Desde os primeiros sistemas de geração de energia elétrica, o controle da tensão e frequência em sistemas isolados e depois os controles das potências ativa e reativa nos sistemas interligados sempre foram um dos maiores desafios para o automatismo. Durante mais de 100 anos de jornada, este desafio foi vencido definitivamente com o controle digital, que avança em conceitos como o de controle ótimo, preditivo e de aprendizado de máquina que apenas o processo de digitalização foi capaz de empregar.

As funções básicas de automação das usinas invariavelmente atendem às necessidades de:

- Avaliação de alarmes;
- Sequência de eventos;
- Integração com os sistemas de proteção;
- Partida, parada e sincronização das máquinas;
- Supervisão de equipamentos;
- Despacho de potência;
- Interface com controles de tensão e de velocidade;
- Monitoramento de serviços auxiliares.

As unidades geradoras possuem sistemas de controle e supervisão digital com vários níveis de complexidade e com detalhes inerentes à planta que pode ser hidráulica, térmica, nuclear, entre outras que podem ser despachadas e aquelas que trabalham sem serem despachadas, como a solar e eólica, mas que independentemente desta condição tem como pré-requisitos os sistemas digitais para sua operação ótima.

É importante ressaltar que os dados dos sistemas de geração são utilizados para dar apoio à operação, à manutenção e à gestão de ativos. E que a adoção cada vez maior da digitalização proporciona uma avaliação de “Big Data” sem precedentes no sentido de aplicação de

sistemas analíticos e de aprendizado de máquina.

Mas, afinal, o que é uma usina de energia elétrica digital?

Passo seguinte à automatização básica de geração, a digitalização preconiza a utilização de sistemas de controle e supervisão que aproveitam o estado da arte do desenvolvimento de hardware para o exercício de suas funções, aliado à instalação cada vez maior de sensores e de uma rede de comunicação robusta de dados que alavancam a aplicação de muitos aplicativos digitais que agregam funcionalidades à cadeia de valor das plantas. Uma aplicação digital é a combinação de várias tecnologias que atendem a um requisito específico, como, por exemplo, a manutenção preditiva que pode utilizar uma combinação de tecnologias como IOT, Big data e Inteligência Artificial para aumentar a produtividade e confiabilidade minimizando o tempo de inatividade da geração.

A Capgemini, uma das líderes em consultoria neste segmento, fez um estudo sobre as usinas elétricas digitais, que contou com a participação de mais de 200 executivos em empresas deste setor. O resultado revela que os investimentos em usinas digitais estão ocorrendo, com significativas melhorias para a geração de energia, aumentando a eficiência e reduzindo os custos com a produção de energia. Nos últimos cinco anos, as empresas investiram uma média de R\$ 1,5 bilhão na digitalização de suas usinas. Investimentos contínuos deverão transformar uma a cada cinco usinas (19%) em plantas digitais até 2025, operando com redução de custos de 27% em média e contribuindo para uma redução de 4,7% na emissão de carbono no processo de geração de energia.

A redução com o custo de produção de energia é um dos principais vetores da digitalização. Estudos apontam que a redução média de 27% nos custos de produção é proveniente do aumento de eficiência nos processos, retirada de trabalhos manuais e atuação preditiva na substituição e prolongamento da vida útil dos ativos.

O aumento da digitalização das usinas também pode oferecer um



Figura 3 – Principais elementos desejados para as usinas digitais. Fonte Capgemini.

pacote maior de serviços ancilares ao sistema elétrico, com respostas mais rápidas no suprimento de potência ativa e reativa para o sistema elétrico, entre outros.

Apesar do enorme potencial de ganhos decorrentes da implantação de usinas digitais, atualmente, apenas 8% das usinas estão digitalmente maduras e apenas 19% das usinas de energia devem ser digitais até o final de 2022. Existe um elevado potencial de ganho neste sentido.

A Figura 3 apresenta as principais funções desejadas para as usinas digitais.

Vale registrar algumas tendências que se destacam na digitalização das usinas de energia:

a) Salas de controle: cada vez mais são utilizadas como um ambiente onde profissionais da operação e especialistas podem acessar os sistemas remotamente e de qualquer lugar do mundo, dando uma conotação de máxima expertise e multidisciplinaridade para a operação;

b) Do controle à supervisão: no futuro, os sistemas de controle não controlarão mais o processo — eles o supervisionarão. As funções da planta, como operação, manutenção e gerenciamento, serão totalmente integradas em todas as áreas funcionais da planta, e os dados serão onipresentes. O sistema abrangerá as mais recentes tecnologias de informação e comunicação (TIC), e serão incorporados múltiplos canais de comunicação (alguns tradicionais e outros pessoais, como mensagens instantâneas). Interfaces flexíveis e comutáveis estarão no centro dos sistemas. Além disso, a interface do operador evoluirá para uma interface homem-máquina que permite a colaboração entre todas as partes interessadas, dentro e fora do local. Esta funcionalidade, aliada a soluções de desempenho de ativos, permitirá que todas as partes participem da operação e otimização de uma planta. Uma rede virtual de especialistas será construída em torno das atividades de produção e será apoiada por futuros sistemas de automação.

c) Trabalho cooperativo suportado por computador: contribuições significativas para sistemas de controle de processos na área de gestão do conhecimento e colaboração dentro das organizações vieram de pesquisas no campo do trabalho cooperativo apoiado por computador e sistemas de informação.

A sugestão desde a década de 1990 é que a retenção de dados e eventos deveria ser facilitada pelo armazenamento de informações em arquivos computadorizados. Sugeriu-se que a tecnologia da informação deveria apoiar a memória organizacional, tornando o conhecimento facilmente recuperável em tempo real e proporcionando fácil acesso aos indivíduos com o conhecimento adequado. Os familiares historiadores de dados de plantas e diários eletrônicos surgiram dessa pesquisa.

As tecnologias de comunicação e informação recentes permitiram outro novo conceito operacional: gerenciamento de colaboração. O gerenciamento de colaboração facilita a rede de uma equipe de especialistas internos e externos que podem ver as mesmas informações disponíveis para os operadores da planta em tempo real ou por meio da

recuperação de informações históricas para permitir a melhor decisão.

d) Controle qualquer coisa de qualquer lugar: os sistemas de automação estão em um estágio de transformação, eles agora estão habilitados para a rede e estão se tornando canais de comunicação rápidos que fornecem informações em tempo real para aqueles que fornecem informações para o processo de tomada de decisão.

A funcionalidade em rede é essencial agora que as usinas se deparam com um novo ambiente operacional que os obriga a reconsiderar constantemente os ativos de geração necessários para atender à demanda com base em externalidades como restrições ambientais, abastecimento de água e, talvez em breve, o custo das emissões de carbono. As grandes usinas de energia são normalmente supervisionadas e controladas pela equipe de produção e manutenção que usa o sistema de controle de processo como uma ferramenta para automatizar as funções do processo e coletar e apresentar informações a serem usadas por empresas de curto e longo prazo.



Figura 4 – Acesso a informações via dispositivos móveis.

4) DIGITALIZAÇÃO DAS SUBESTAÇÕES

O Sistema de Automação de Subestações é um dos mais tradicionais deste segmento. Foi uma das primeiras instalações a serem automatizadas. Assim como as plantas de geração de energia, as subestações concentram ativos, dispositivos e são centros de organização, proteção, intervenção e proteção do sistema elétrico. Seu monitoramento e controle trouxe um aumento expressivo na qualidade da operação do setor elétrico.

Tradicionalmente, o sistema de automação de subestação visa prover meios para operação e manutenção dos ativos contidos na mesma. Também se caracteriza por níveis hierárquicos: nível de interface com o processo de aquisição de dados em campo, nível de comando e supervisão e o sistema central. A principal fonte de dados de uma subestação são as Unidades de Aquisição e Controle (UAC), cuja função primária é coletar os estados e as medidas da subestação para transferir para o Sistema de Supervisão, Controle e Aquisição de

Dados (SCADA), tal qual foi visto na arquitetura básica de automação de uma usina de geração. As UACs possuem também funções de controle que, através de lógica digital interna, transfere pontos de saída para o SCADA. Devido à necessidade de aquisição e controle em tempo real, os dados são transportados utilizando a tecnologia de protocolos de comunicação. Os IEDs, Dispositivos Eletrônicos Inteligentes, se comunicam também através de protocolos de comunicação em comunicação direta com a UAC, o que permite coletar os dados diretamente dos IEDs através de um cabeamento simples, esta foi uma etapa importante vencida pela digitalização.

As principais funções de uma subestação automatizada são:

- Medição de parâmetros elétricos de tensão, corrente e seus respectivos cálculos de potência, frequência, fator de potência para os sistemas de medição e proteção, entre outros;
- Supervisão e interface com o sistema de proteção de linhas, transformadores, barras e elementos shunt;
- Funções de religamento automático e de localização automática de distância de falha;
- Controle de tensão e reativo, ou integração entre ambos, automatismo em sequências automáticas de chaveamento incluindo recomposições quando a própria SE fica sem energia;
- Corte seletivo de carga, em esquemas regionais de alívio de carga ou funções relativas ao racionamento;
- Monitoramento de sobrecarga em transformadores, ou em transformadores de instrumentos;
- Geração de alarmes e oscilografias, entre outras dezenas de funções.

4.1 - A subestação digital

Digitalizar um sistema significa a conversão de grandezas analógicas para um meio digital. A característica básica dos dispositivos digitais é que são sistemas de aquisição e comunicação de dados dentro de uma sala de controle em uma subestação ou entre centros de controle.

A subestação digital se assemelha ao funcionamento básico de uma subestação convencional, porém, utiliza-se do estado da arte da tecnologia para o seu funcionamento. A principal diferença no conceito utilizado hoje para a subestação digital é que esta utiliza a norma IEC 61850, que foi planejada para resolver o problema de várias normas que existiam para tratar do mesmo tema com a utilização em subestações e usinas.

Não há uma data específica para o início da operação de subestações digitais em nível mundial, mas os investimentos têm se intensificado. Apesar da existência das primeiras subestações digitais e de toda a melhoria da qualidade que elas acarretam, ainda existem dúvidas sobre a aplicação desta tecnologia no setor elétrico. Existem vários paradigmas que profissionais de automação e, sobretudo de proteção, adotam que em muitas situações se opõem à filosofia da

digitalização de compartilhamento de rede e serviços e das tratativas em caso de falha.

A Figura 5 ilustra como o sinal é gerado e transmitido em uma situação específica de uma subestação convencional. Sinal dos transformadores de corrente, transformadores de potencial e status são encaminhados para sistemas distintos de proteção, medição e controle, com cabeamento individual e depois encaminhado para os respectivos painéis, RTU e interface com a comunicação.

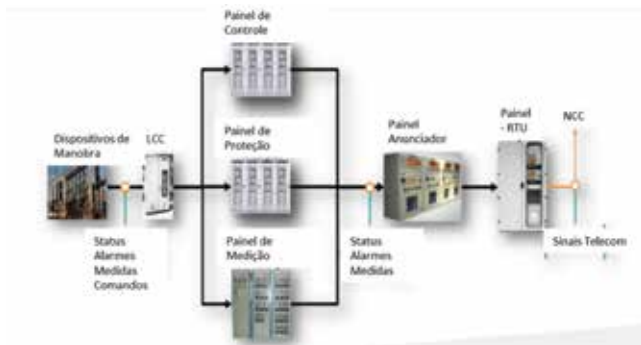


Figura 5 – Sinais trafegando em uma subestação convencional.

A Figura 6 ilustra a mesma configuração com uma topologia de subestação digital, em que os múltiplos serviços podem ser atendidos através de uma infraestrutura única. E a comunicação entre o painel integrado de controle, proteção e medição até as aplicações é realizado através de protocolo de rede digital.

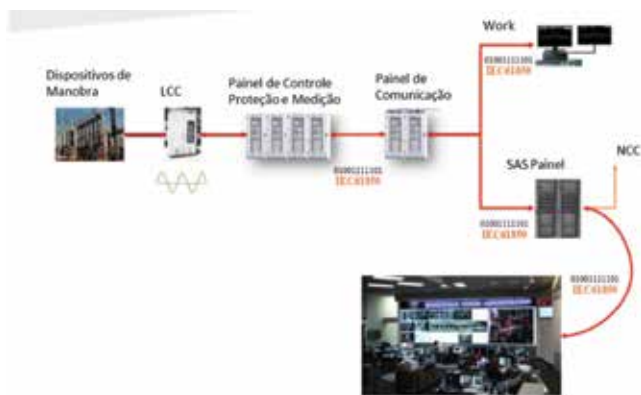


Figura 6 – Configuração de uma subestação digital.

4.2 A norma IEC 61850 e os benefícios das subestações digitais

Com o desenvolvimento da tecnologia no setor elétrico, cada fabricante seguia o seu próprio caminho na busca de criar o seu melhor equipamento e sistema de comunicação. O resultado foi a criação de vários protocolos diferentes e a impossibilidade de comunicação entre si. A solução para isso veio através da criação de uma norma internacional a fim de resolver esta interoperabilidade entre equipamentos. A norma IEC 61850 foi criada em 2003 e contou com muitos fabricantes de renome no mercado, como Siemens, ABB,

Alstom, entre outras. A adoção da norma possibilitou a padronização dos protocolos e a interoperabilidade dos equipamentos tornou-se uma realidade eliminando a necessidade de adaptadores e conversores, facilitando a integração entre os IEDs.

Esta norma passou por melhorias e teve a segunda edição publicada em 2010, tornando-se a norma mais utilizada como padrão para utilização no Sistema de Automação de SEs integrando o conceito de digitalização. A segunda edição trouxe o conceito de redundância de rede por meio da aplicação de topologias inéditas.

A IEC 61850 é a única norma que trata a comunicação nos três primeiros níveis do sistema de automação e entre eles. Pode ser aplicada a automação de sistemas elétricos de qualquer tipo, nível de tensão e de tamanho.

Os benefícios chaves da aplicação da norma IEC 61850 são:

- Aumenta a flexibilidade de conectar dispositivos de proteção, controle, medição e monitoramento a rede Ethernet comum na subestação;
- Reduz a fiação de cobre através de mensagens GOOSE, que permitem aplicações mais rápidas e confiáveis;
- Facilita a engenharia do sistema e o processo de integração através de ferramentas gráficas de configuração;
- Melhora o desempenho e a segurança através de comunicações Ethernet rápidas e redundância;
- Minimiza custos de obsolescência tecnológica;
- Economiza recursos durante o comissionamento da subestação.

Integradas aos benefícios da IEC 61850, as subestações digitais apresentam uma forte redução de custos operacionais, com 60% menos espaço nos painéis de proteção, 80% a menos de cabos de cobre, além de todos os benefícios da adoção da fibra ótica frente ao cabo de cobre.

A adoção do conceito de digitalização em usinas de energia elétrica e subestações é inevitável, pois apresenta uma oportunidade única de redução de custos e ganho real de confiabilidade para esses grandes sistemas de missão crítica. Considerando a possibilidade de efetuar uma gestão dos ativos como nunca foi realizada, proporcionando um diagnóstico preciso do tempo de vida e a antecipação das falhas.

No próximo capítulo, será abordada a digitalização do sistema de distribuição de energia por meio do conceito de redes inteligentes, culminando no consumidor digital. A digitalização efetivamente está conectando todos os elementos do Sistema Elétrico de Potência em um movimento transformador.

**Julio Shigeaki Omori é engenheiro electricista e possui mestrado em Engenharia Elétrica e Informática Industrial pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. É professor de Engenharia Elétrica e de Energia na Universidade Positivo e superintendente na Copel Distribuição.*

Manutenção 4.0

Por Yuri Andrade Dias*



Capítulo II

Equipamentos elétricos de potência: visão geral dos principais ativos e boas práticas de engenharia de manutenção

INTRODUÇÃO

Em um sistema elétrico de potência, a suplência ininterrupta das cargas, que é o objetivo principal de sua existência, depende da adequada manutenção dos ativos que o compõem. Sendo assim, é de fundamental importância que os profissionais de manutenção do setor elétrico tenham ciência plena das funções e manutenções aplicáveis a cada um dos equipamentos elétricos de potência sob sua gestão. Desse modo, com os conhecimentos necessários, torna-se possível uma redução do número de falhas desses ativos, maximizando a confiabilidade operativa do sistema ao qual se integram. Observado esse viés, é sempre de valia reforçar que a manutenção preventiva, sobretudo a longo prazo, traz grande economia de recursos financeiros em detrimento da manutenção corretiva, evitando falhas e comprometimento da vida útil de ativos estratégicos.

Nesse contexto, é apresentada, neste artigo, uma visão geral sobre os principais equipamentos elétricos de potência existentes em um sistema elétrico de potência, com foco em subestações de alta e de média tensão, seja das concessionárias mantenedoras do sistema elétrico, seja das unidades consumidoras do Grupo A, que, como definido pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) em [1], correspondem àquelas supridas com tensões iguais ou superiores a 2,3 kV ou atendidas a partir de sistema subterrâneo de distribuição em tensão secundária.

Nos parágrafos que se seguem, são abordadas noções

estratégicas sobre transformadores de força, transformadores de serviços auxiliares, transformadores de instrumentos, disjuntores, chaves seccionadoras, módulos híbridos, reatores de derivação e bancos de capacitores. Para tanto, apresenta-se uma descrição básica de cada um desses equipamentos e, em sequência, relacionam-se os principais cuidados e ensaios de manutenção a eles aplicáveis, desde o comissionamento, em consonância com as boas práticas de engenharia de manutenção preconizadas por especialistas e determinadas em publicações normativas.

É importante destacar que todo e qualquer artigo, incluindo este, deve ser tomado pelo profissional de manutenção como material de direcionamento para que se obtenham noções básicas que levem a estudos mais aprofundados, sobretudo em publicações normativas. Ademais, é sempre de bom grado que se faça a leitura dos manuais com as orientações de operação e manutenção preconizadas pelo fabricante de cada equipamento. Em caso de divergências quanto às periodicidades de manutenção e/ou procedimentos aplicáveis, deve-se sempre, de maneira crítica e responsável, optar pelo método mais rigoroso, desde que não haja restrição para fazê-lo, em termos de garantia fabril ou mesmo por determinação normativa.

TRANSFORMADORES DE FORÇA

Em um sistema elétrico de potência, para que se minimizem as perdas de transmissão, deve-se recorrer a níveis de tensão mais elevados, que reduzam as correntes de carga, minimizando as perdas

de potência ativa (efeito Joule), exigindo o uso de condutores de menor área de seção e, por conseguinte, estruturas menos robustas para suportá-los. Todavia, com a geração se dando por meio de ativos de classe de tensão geralmente de até 15 kV, a conversão da energia elétrica, para que ela seja transmitida em níveis de tensão de 69 kV a 765 kV (no caso do Brasil) e posteriormente chegue às redes de distribuição em, usualmente, 13,8 kV, exige a utilização de transformadores de força.

Os transformadores de força (Figura 1), dentre os ativos de uma subestação, são, portanto, um dos mais estratégicos, tanto pela função indispensável que exercem, como pelo seu alto valor pecuniário agregado. Falhas nesses ativos, não raro, comprometem a suplência de milhares de unidades consumidoras e trazem prejuízos financeiros de grande monta.

Dependendo das características construtivas, os transformadores podem ter enrolamentos galvanicamente isolados ou não. Neste segundo caso, são denominados autotransformadores. Para todo efeito, a dinâmica de operação e de manutenção se assemelha para esses dois tipos construtivos e, neste trabalho, quando se cita transformador, considera-se também o autotransformador.

A vida útil de um transformador de potência está sobretudo associada ao nível de degradação de sua isolamento celulósica. Quando ela está muito degradada, não há alternativas: o equipamento deve



Figura 1 – Transformador de força.

ser reformado, tendo a isolação de seus enrolamentos refeitos. Isso porque essa isolação é diretamente afetada pelo índice de neutralização (acidez) e teor de água do óleo isolante no qual se encontra imersa, bem como pelo regime térmico de operação do equipamento, se degradando tanto por pirólise como por hidrólise. Dessa maneira, toda intervenção que envolva a possibilidade de exposição da parte ativa ou do óleo que a mantém imersa ao contato



SE PASSA COBRECOM,
PASSA **SEGURANÇA**

047-3 004020/2017 OCP-0004 IFC/COBRECOM CABO FLEXICOM

FLEXICOM ANTICHAMA 450/750 V

É O CABO FLEXÍVEL DA COBRECOM COM CLASSES DE ENCORDAMENTO 4 E 5, ISOLADO EM PVC PARA 70 °C E INDICADO PARA INSTALAÇÕES INTERNAS FIXAS INDUSTRIAIS, COMERCIAIS E RESIDENCIAIS DE LUZ E FORÇA. SUA FLEXIBILIDADE ALIADA A ALTA TECNOLOGIA GARANTE SEGURANÇA PARA TODA INSTALAÇÃO.

(11) 2118-3200 | @cobrecom - www.cobrecom.com.br

direto com a umidade presente no ar atmosférico deve ser feita com muito controle e rigor. Não por acaso, esse tipo de equipamento só deve ser transportado preenchido com óleo e/ou pressurizado com gás (geralmente ar seco ou nitrogênio). Aqui começa o papel do profissional de manutenção: o transporte indevido pode comprometer toda a vida útil do ativo!

Equipamentos de maior porte têm massas suspensas que devem ser desmontadas e flangeadas. É importante destacar que esse processo tem de ser feito com cuidado, pois falhas nele ensejam, por exemplo, a entrada de água de chuva em peças como radiadores e tanque de expansão, podendo comprometer o óleo que com elas terá contato posteriormente.

O enchimento desse tipo de transformador, uma vez montado, deve se dar sempre com vácuo, evitando a formação de bolhas de ar. Ademais, o óleo deve ser tratado externamente e o início do enchimento só pode ser autorizado pela equipe de manutenção, uma vez que uma amostra seja submetida a, no mínimo, ensaios físico-químicos (teor de água, rigidez dielétrica, tensão interfacial, índice de neutralização – que é a acidez –, índice de cor, fator de perdas e densidade), ensaios de análise de gases dissolvidos, também conhecidos como ensaios de cromatografia, e de teor de PCBs. A aprovação do óleo em todos esses ensaios é condição sine qua non para sua utilização.

Feito o enchimento com vácuo, é sempre recomendável uma circulação final de três a cinco vezes o volume total de óleo do transformador pela máquina de termovácuo usada no comissionamento para um tratamento final. Após esse tratamento final, com o óleo já em repouso e idealmente frio, devem ser refeitos os ensaios supracitados. Novamente, o óleo precisa ser aprovado, indicando que não houve nenhuma contaminação/problema adicional.

Procedida essa etapa, pode-se iniciar o comissionamento do transformador, para o qual são recomendados, no mínimo, os seguintes ensaios e verificações:

- Relação de transformação em todas as derivações;
- Corrente de excitação com tensão reduzida em todas as derivações;
- Resistência elétrica dos enrolamentos em todas as derivações;
- Resistência de isolamento;
- Fator de potência do isolamento;
- Fator de perdas e capacitância das buchas condensivas;
- Relação de transformação, polaridade, resistências de isolamento e saturação de todos os transformadores de corrente de bucha;
- Resistência de isolamento da fiação dos acessórios;
- Teste de funcionamento dos ventiladores e bombas de circulação forçada de óleo ou água, com medição da resistência elétrica do enrolamento de seus motores, bem como de suas correntes de partida e de regime;
- Análise de resposta em frequência, usando a norma chinesa DL/

T911-2004 [2] para comparações posteriores;

- Teste e parametrização de proteções inerentes (relé de gás, dispositivo de alívio de pressão do tanque principal, relés de fluxo do comutador etc.) e todos os dispositivos eletrônicos inteligentes (controladores de temperatura – funções ANSI 26 e 49 –, monitores de ruptura de bolsa ou membrana do tanque de expansão, monitores de umidade e gases no óleo, monitores de corrente de fuga/capacitância/fator de perdas de buchas condensivas etc.);
- Inspeções finais do equipamento à procura de anomalias visíveis, como danos de pintura, que ensejem oxidação precoce, vazamentos ou merejamentos de óleo etc.

Uma vez aprovado em todos esses ensaios, o equipamento pode ser energizado a vazio. E é boa prática, sempre quando há a possibilidade de desligamento do ativo, que todos esses ensaios e verificações sejam refeitos. Se o transformador está instalado em uma subestação em que é possível a transferência integral de suas cargas, uma periodicidade recomendável é a anual.

Quanto aos ensaios de óleo, uma vez energizado, é adequado que se proceda uma nova amostragem para análise de gases dissolvidos em até três dias após a energização a vazio. Posteriormente a esse prazo, nova coleta deve ser procedida com 10 dias da energização a vazio e com 30 dias da energização a vazio. Feitas essas três análises de gases dissolvidos no óleo e não tendo sido verificada, pelos critérios da ABNT NBR 7274:2012 [3], nenhuma formação anômala de gases, recomenda-se uma periodicidade semestral para essa análise.

A análise físico-química do óleo, por sua vez, deve ser repetida anualmente, a menos que haja eventual problema nos resultados.

Ademais, visto que, como supracitado, a isolamento celulósica define a vida útil remanescente do transformador sob análise, é de bom grado que se faça anualmente, começando no primeiro ano após a energização do transformador, uma amostragem de óleo para verificação de seu teor de compostos furânicos. Por meio das concentrações desses compostos no óleo, é possível inferir o valor do grau de polimerização do papel do transformador. Valores muito baixos devem ser tomados como subsídio para uma retirada preventiva de operação do transformador, pois indicam que sua isolamento celulósica está em fim de vida útil e tem menos resistência mecânica que o recomendável para que o equipamento suporte situações transitórias mais intensas.

De extrema importância, por sua vez, é a manutenção por tempo ou por número de operações do comutador de derivações em carga (CDC). Para a definição das periodicidades aplicáveis, deve ser consultado o manual do fabricante. Assim, evitam-se falhas catastróficas do (CDC) e, por conseguinte, do transformador.

Por fim, cabe reforçar que, para avaliação e direcionamento dos ensaios elétricos, o profissional de manutenção deve seguir as

determinações da ABNT NBR 5356:2007 [4]. Os ensaios de óleo, por sua vez, devem levar em consideração as diretrizes da ABNT NBR 10576:2017 [5] e normas correlatas, no caso de óleos minerais isolantes, e da ABNT NBR 15422 [6] e normas correlatas, para óleos vegetais isolantes.

TRANSFORMADORES DE SERVIÇOS AUXILIARES

Dentro de uma subestação de energia elétrica, existem serviços auxiliares que devem ser supridos em baixa tensão (380/220 V ou 220/127 V): sistemas de ventilação forçada, retificadores dos bancos de baterias, que suprem os relés alimentados em corrente contínua, tomadas auxiliares, ponto para conexão de máquina de tratamento ou regeneração de óleo etc. Para essa suplência, utilizam-se transformadores de serviços auxiliares, como o ilustrado na Figura 2.



Figura 2 – Transformador de serviços auxiliares.

Esses equipamentos, construtivamente, assemelham-se aos transformadores de força, devendo também atender aos requisitos da ABNT NBR 5356:2007 e suas normas correlatas.

Quando de seu comissionamento, portanto, é interessante que sejam procedidos:

- Relação de transformação em todas as derivações;
- Corrente de excitação com tensão reduzida em todas as derivações, por rigor;
- Resistência elétrica dos enrolamentos em todas as derivações;
- Resistência de isolamento;

- Fator de potência do isolamento;
- Resistência de isolamento da fiação de baixa tensão; e
- Inspeções finais do equipamento, à procura de anomalias visíveis, como danos de pintura que ensejem oxidação precoce, vazamentos ou merejamentos de óleo, etc.

No caso desses equipamentos, seu transporte é feito com óleo e totalmente montado, não havendo a necessidade de intervenções em seu óleo para fins de enchimento em campo. Mas, é sempre de bom grado que se faça, no recebimento, uma análise físico-química e de teor de PCBs do óleo desse tipo de ativo para confirmar o estado em que se encontra seu óleo, repetindo-a anualmente. Outra prática salutar é realizar uma análise cromatográfica semestral do óleo. Geralmente, contudo, são atividades que raramente são feitas pelas equipes de manutenção, devido ao menor custo e facilidade de reposição desse tipo de ativo e à dificuldade de amostragem de óleo: muitos desses equipamentos, sobretudo os de menor porte, não dispõem de uma válvula ou bujão que possam ser usados para a amostragem de óleo, precisando ser desligados, para que se obtenha uma amostra. Mas essa verificação periódica do óleo é de bom grado. Um refinamento a mais, diga-se. Contudo, caso opte por esse tipo de procedimento, o profissional de manutenção deve ter ciência de que, por ser um equipamento de menor porte e geralmente sem tanque de expansão, pode ser necessária uma reposição do volume de óleo, após algumas amostragens. Ao fazê-lo, deve ser utilizado óleo tratado, com boas características físico-químicas e não contaminado com PCBs.

TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTOS

Como o próprio nome sugere, estes equipamentos destinam-se à alimentação, por meio de seus enrolamentos secundários, de instrumentos da subestação, seja para fins de medição, seja para fins de proteção. Consistem em transformadores de corrente (TCs) e transformadores de potencial (TPs), ilustrados na Figura 3.



Figura 3 – Transformadores de instrumentos – TC à esquerda e TP à direita.

Os TCs convertem a corrente de carga de um barramento em uma corrente proporcional de menor magnitude, capaz de sensibilizar um instrumento de medida sem que ele seja danificado. Já os TPs convertem a tensão de um certo ponto para níveis compatíveis com o instrumento conectado a seu(s) secundário(s).

Esses equipamentos podem ser isolados a epóxi (geralmente ativos de classe de tensão até 36,2 kV) ou a óleo (ativos de classe de tensão superior a 36,2 kV). Ao comissioná-los, devem ser procedidos os seguintes ensaios/verificações mínimos, seguindo para cada um deles, as determinações das normas ABNT NBR 6855:2015 [7], no caso dos TPs, e ABNT NBR 6856: 2015 [8], no caso dos TCs:

- Relação de transformação em todos os núcleos e derivações;
- Resistência elétrica dos enrolamentos e suas derivações;
- Resistência de isolamento;
- Fator de perdas do isolamento (no caso de equipamentos isolados a óleo e de classe de tensão igual ou superior a 72,5 kV);
- No caso dos TCs, levantamento das curvas de saturação e teste de exatidão; e
- Inspeções finais do equipamento, à procura de anomalias visíveis, como danos de pintura que ensejem oxidação precoce, vazamentos ou merejamentos de óleo, etc.

Atenção especial deve ser dada à não energização de TCs com secundários em aberto ou TPs com secundários indevidamente em curto-circuito. Esses erros podem danificar permanentemente esse tipo de equipamento e causar graves acidentes em decorrência de explosões.

DISJUNTORES

Os disjuntores de alta tensão (Figura 4) destinam-se ao chaveamento de correntes de carga, propiciando manobras operativas que, quando realizadas, ensejam a abertura de arcos elétricos, devido à interrupção instantânea de corrente. Para tanto, são dotados de câmaras de extinção de arco adequadamente dimensionadas, considerando a corrente nominal e a capacidade de interrupção do equipamento. O meio de extinção dessas câmaras varia com o projeto do disjuntor. Os mais comumente encontrados nos dias de hoje são os equipamentos a vácuo ou a hexafluoreto de enxofre (SF₆). Mas há também, sobretudo em equipamentos mais antigos, outros meios de extinção, como óleo (pequeno e grande volume de óleo – PVO e GVO, respectivamente), ar comprimido ou o denominado sopro magnético.

Ao comissionar esse tipo de equipamento e após suas manutenções preventivas, devem ser realizados os seguintes ensaios elétricos mínimos:



Figura 4 – Disjuntor de alta tensão do tipo PVO.

- Resistência elétrica de contato das câmaras;
- Resistência de isolamento;
- Oscilografias, para obtenção dos tempos e simultaneidades de operação;
- Resistência de isolamento da fiação de baixa tensão;
- Verificação da pressão e da qualidade do gás das câmaras, no caso de equipamentos a SF₆, ou do nível e características físico-químicas do óleo isolante nelas contido, no caso de equipamentos isolados a óleo;
- Medição da resistência elétrica das bobinas de fechamento e abertura; e
- Inspeções finais do equipamento, à procura de anomalias visíveis, como danos de pintura que ensejem oxidação precoce, vazamentos ou merejamentos de óleo etc.

A manutenção desse tipo de equipamento deve se dar em função do número de operações e do nível de corrente interrompido. Para tanto, os fabricantes, nos databooks, disponibilizam curvas para que se obtenha o tempo correto para intervenção. Aconselha-se, no entanto, que equipamentos que operem pouco sejam visitados no mínimo anualmente para nova realização dos ensaios supracitados.

Política de manutenção semelhante deve ser aplicada aos religadores, que podem ser definidos como disjuntores concebidos para religações sucessivas e opcionalmente programáveis, promovendo um certo automatismo na recomposição de cargas, quando o defeito que levou à sensibilização das proteções inerentes é intermitente.

CHAVES SECCIONADORAS E DE ATERRAMENTO

Como o próprio nome sugere, as chaves seccionadoras (Figura 5) são destinadas a seccionar um trecho de circuito, uma vez que o fluxo de potência por ele tenha sido interrompido com o uso de disjuntores. Assim, é possível que se isolem, com segurança, circuitos para fins operativos e/ou de manutenção. Portanto, exceto no caso de equipamentos de projeto especial que preveem esta finalidade (e, via de regra, limitados a correntes de carga menores), as chaves seccionadoras não devem, em nenhuma hipótese, serem manobradas sob carga. O risco de avarias permanentes ou acidentes catastróficos é muito elevado.



Figura 5 – Chave seccionadora rotativa de dupla abertura lateral.

Existe uma pluralidade de modelos de chaves seccionadoras, que, em geral, se distingue pelo tipo de abertura: tipo faca, abertura vertical, abertura central, abertura semi-pantográfica etc.

Aplicação semelhante têm as chaves de aterramento: uma vez suprimido o fluxo de corrente de carga pelo circuito, com o uso de disjuntor, elas propiciam o aterramento do circuito, sendo estratégicas, por exemplo, para o cumprimento dos requisitos da Norma Regulamentadora 10 (NR 10) [9].

O desempenho desse tipo de chave, especialmente no que tange à ausência de pontos quentes quando energizada, está associado ao rigor de montagem. Contatos desalinhados, torque indevido aplicado ao aperto de conexões fixas e móveis e outros problemas triviais são potenciais fontes de defeito. Nestes equipamentos, seja no comissionamento, seja em manutenções anuais (quando da possibilidade de serem feitas com essa periodicidade), devem-se proceder os seguintes ensaios:

- Resistência elétrica de contato;
- Resistência de isolamento;

- Tempos de manobra, no caso de chaves motorizadas; e
- Medição da resistência de isolamento da fiação do comando de chaves motorizadas.

Como referência normativa para a avaliação desse tipo de equipamento, deve-se utilizar a norma ABNT NBR IEC 62271-102:2006 [10].

MÓDULOS HÍBRIDOS

Como o próprio nome sugere, os módulos híbridos (Figura 6), por questão de redução de espaço, integram, em um módulo único, mais de uma função, como disjuntores, chaves seccionadoras de carga e chaves de aterramento. A diferença é que, neste caso, todos esses equipamentos são integrados em um encapsulamento único, comum a eles e isolado a hexafluoreto de enxofre.



Figura 6 – Módulo híbrido compacto instalado sobre subestação móvel.

Todavia, na dinâmica de cuidados, nada muda: são aplicáveis os mesmos ensaios e periodicidades de manutenção supracitados para disjuntores e chaves seccionadoras.

REATORES DE DERIVAÇÃO

Os reatores de derivação (Figura 7), também popularizados como reatores tipo shunt, são demasiadamente semelhantes, construtivamente, aos transformadores de potência. Entretanto, são aplicáveis à compensação reativa do fluxo de carga em certos sistemas elétricos, sobretudo naqueles em que se tem grande presença de linhas de transmissão de comprimento expressivo. Isso porque, nessas linhas, o fator de potência fica prejudicado, devido aos efeitos capacitivos entre condutores e entre condutores e o solo, comprometendo, sobretudo, o gradiente de tensão ao longo da linha e causando variações de tensão expressivas entre seus terminais, quando se compara uma condição de carregamento leve com uma condição de carregamento pesado (Efeito Ferranti

[11]). Pode acontecer, por exemplo, de o terminal de saída da linha ter um valor eficaz de tensão superior ao do terminal de entrada. Nesses casos, o reator provê a mitigação desse problema, evitando o comprometimento danoso da regulação de tensão ao longo da linha.



Figura 7 – Reator de derivação.

Sendo construtivamente similares aos transformadores, os reatores de derivação recebem as orientações e normas aqui citadas para os transformadores, exceto pelo fato de que, no caso dos reatores, não se aplicam os ensaios de relação de transformação.

BANCOS DE CAPACITORES

Ainda no que concerne à compensação reativa, os bancos de capacitores (Figura 8) são indispensáveis para a manutenção de um fator de potência adequado para a operação econômica da subestação e para um controle adequado do nível de tensão de suas barras. As cargas comuns em sistemas elétricos de potência são proeminentemente indutivas (fator de potência atrasado), o que exige a compensação com uma carga reativa de natureza capacitiva

(fator de potência adiantado), para que não se tenham quedas de tensão expressivas decorrentes de um fluxo de potência aparente de magnitude muito superior ao fluxo de potência ativa correlato.



Figura 8 – Banco de capacitores com religador à montante.

Obviamente, o êxito nessa compensação está condicionado ao correto dimensionamento do banco, suas proteções e disjuntores. Em relação a eles, há cuidados especiais a serem considerados pelo projetista, visto que a corrente drenada por um banco, ao ser de natureza capacitiva, exige cuidados adicionais para sua extinção.

No caso desses equipamentos, quando do comissionamento e, recomendavelmente, a cada um ano, é ideal que se procedam os seguintes ensaios/verificações:

- Medição do erro da capacitância relação ao valor nominal de cada um dos capacitores;
- Medição da resistência de isolamento dos terminais, em conjunto, de cada capacitor em relação à massa (assegurar que o capacitor esteja descarregado antes de conectar os terminais entre si);
- Verificação do elemento fusível de cada capacitor (medição da resistência elétrica);
- Ensaios no transformador de corrente de desbalanço do banco (vide considerações precedentes sobre esse tipo de equipamento);
- Ensaios de resistência de isolamento e de indutância no reator do banco;
- Medição da resistência de isolamento dos para-raios;

- Ensaios nas chaves seccionadoras e de aterramento do banco (vide considerações precedentes sobre esse tipo de equipamento); e
- Ensaios nos disjuntores/religadores do banco (vide considerações precedentes sobre esse tipo de equipamento).

Como referência normativa para a avaliação desse tipo de equipamento, deve-se utilizar a norma ABNT NBR 5282:1998 [12].

CONCLUSÕES

Os tópicos expostos neste artigo propiciam, para o profissional de manutenção, uma base interessante sobre os principais equipamentos elétricos de potência de subestações, sobretudo para direcioná-lo à busca de conhecimentos adicionais, para a implementação de boas práticas de engenharia de manutenção em seu ambiente laboral.

Obviamente, existe uma pluralidade de outros equipamentos elétricos de potência que podem ser encontrados no sistema elétrico. Mas aqui elencaram-se os principais, de construção mais complexa e que carecem de manutenção preventiva mais frequente.

Além dos ensaios pontuados para cada equipamento, é sempre de bom grado que mensalmente ou no máximo semestralmente (dependendo do número e da complexidade das subestações geridas pela equipe de manutenção), se faça uma inspeção termográfica completa à procura de possíveis pontos quentes, problemas em para-raios, sobrecarga de condutores ou mesmo canais de passagem de óleo/radiadores obstruídos. Nestes casos, sempre atentar-se à correta configuração da câmera termográfica, considerando a emissividade dos pontos/áreas sob avaliação. Também há aplicação da termografia para detecção de vazamentos de gás hexafluoreto de enxofre em equipamentos por ele isolados. Isso evita falhas e danos ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Glossário. Disponível em: https://www.aneel.gov.br/glossario?p_p_id=display_WAR_glossariocontratosdisplayportlet_INSTANCE_Gu2vEKt9G2Ij&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=3. Acesso em: 05 mar. 2022.

[2] ELECTRIC POWER INDUSTRY STANDARD OF PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA. Frequency Response Analysis

on Winding Deformation of Power Transformers. Std. DL/T 911-2004. June 1st, 2005.

[3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7274:2012 – Interpretação de análise dos gases de transformadores em serviço. Rio de Janeiro, 2012.

[4] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5356:2007 – Transformadores de potência. Rio de Janeiro, 2007.

[5] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10576:2017 – Óleo mineral isolante de equipamentos elétricos □ Diretrizes para supervisão e manutenção. Rio de Janeiro, 2017.

[6] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15422:2017 – Óleo vegetal isolante para equipamentos elétricos. Rio de Janeiro, 2017.

[7] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6855:2015 – Transformador de potencial — Especificação e ensaios. Rio de Janeiro, 2015.

[8] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6856:2015 – Transformador de corrente — Especificação e ensaios. Rio de Janeiro, 2015.

[9] BRASIL. Ministério do Trabalho. Norma Regulamentadora NR 10: Segurança em

Instalações e Serviços em Eletricidade. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-10.pdf> >. Acesso em: 05 mar. 2022.

[10] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR IEC 62271-102:2006 – Equipamentos de alta-tensão – Parte 102: Seccionadores e chaves de aterramento. Rio de Janeiro, 2006.

[10] MALI, Bhairavanath N. et al. Performance study of transmission line Ferranti effect and fault simulation model using MATLAB. *International Journal of Innovative Research in Electrical, Electronics, Instrumentation and Control Engineering*, v. 4, n. 4, p. 49-52, 2016.

[12] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5282:1998 – Capacitores de potência em derivação para sistema de tensão nominal acima de 1 000 V - Especificação. Rio de Janeiro, 1998.

*Yuri Andrade Dias é engenheiro eletricista, mestre em Engenharia Elétrica (2019) e doutorando em Engenharia Elétrica. Atualmente, é engenheiro eletricista especialista na Enel Distribuição Goiás, atuando como responsável pela área de Engenharia de Manutenção de Subestações de Alta Tensão.

Segurança cibernética

Por Ítalo Calvano e Rodrigo Leal*



Capítulo II

O problema existe, é real e precisamos combatê-lo

Como bem dito no capítulo anterior, a transformação digital é uma realidade. Os ciclos de inovação são cada vez mais curtos e menos pacientes. Uma startup faz a disrupção de algo em poucos dias, quebrando barreiras de anos de uma empresa tradicional.

Ter a informação correta, no tempo certo, com qualidade é uma necessidade, não mais um capricho. Para que estes pontos sejam atingidos, algo simples e mágico precisa ocorrer: a conectividade.

Estudos indicam que teremos “muitos” bilhões de dispositivos conectados até o final de 2025, inclusive nós. Ter sua vida monitorada a cada segundo será uma realidade, mas isso é um outro tópico a ser tratado posteriormente.

As facilidades que a conectividade nos trará são imensuráveis. Os dados monitorados e tratados podem virar informações valiosas para a predição de acidentes ou mesmo a mudança de uma atividade, somente com o correlacionamento de informações. Tudo isso em segundos.

Ao pensarmos na transformação digital como base ou pavimentação, devemos ter soluções contínuas de detecção de ameaças para acompanhar em tempo real tudo o que está acontecendo neste novo ambiente conectado.

Estamos no ano de 2022 e vivemos o mundo da hiperconectividade, só que agora também no processo produtivo/operativo das empresas. Vocês conectaram o que nunca foi conectado e a realidade atual é que criamos um landscape para ameaças perfeito, conectamos ambientes frágeis por natureza e isso não é um erro, é característica do negócio.

O gráfico da Figura 1 representa exatamente o contexto em que vivemos. As redes de TI/IT (Tecnologia da Informação) corporativas nascem protegidas com diversas soluções e sua

camada de exposição, apesar de existir, é pequena. Ao olharmos para o ambiente de TO/OT (Tecnologia Operativa – Automação e Telecom), o cenário é completamente inverso, soluções de segurança cibernética pouco implementadas e a camada de exposição é muito grande. A diferença é que a camada de exposição no ambiente produtivo/operativo das empresas tem relação direta com dois temas de suma importância - vidas humanas e a lucratividade dos negócios.



Figura 1 - IT x OT no mundo de segurança.

O título deste artigo tem por base experiências reais e um estudo da Claroty que compartilha dados relevantes após a entrevista com mais de 1.100 profissionais de segurança cibernética das áreas de IT e OT, com dados reais do segundo semestre de 2021.

As principais descobertas deste estudo incluem os aspectos relacionados a seguir:

1 - Os ataques de ransomwares foram enormes e os pagamentos, incrivelmente, predominantes

• A crescente onda de ataques de ransomwares direcionados a organizações atingiu novos patamares e nenhuma organização está imune. Olhando mais de perto, a distribuição de ataques, em setores como petróleo e gás, água e resíduos e automotivo, 90% deles foram impactados por ransomware e 87% na indústria pesada e energia elétrica. Não surpreendentemente, quanto maior a organização, maior a probabilidade de um ataque, pois é aí que está o dinheiro;

• Surpreendentes 80% dos entrevistados experimentaram um ataque, com 47% relatando um impacto em seu ambiente de OT/ industrial(ICS);

• Mais de 60% pagou o resgate e pouco mais da metade (52%) pagou \$ 500.000 USD ou mais;

• Mais de 90% divulgaram os incidentes aos acionistas e/ou autoridades e 69% acreditam que a notificação do incidente deva ser obrigatória.

O que está impulsionando essa decisão de pagar o resgate? Como diz o ditado, “tempo é dinheiro”. Independentemente da região, a maioria dos entrevistados estimou uma perda de receita por hora de inatividade em suas operações igual ou superior ao pagamento. Assim, o modelo financeiro parece favorecer o pagamento do resgate dada essa equação e o que está em jogo. Esse raciocínio também é provável porque, em uma base global, 69% dos entrevistados acreditam que deveria ser legal pagar resgates. Para mudar o cálculo financeiro, é necessário um sistema de incentivos e desincentivos que favoreçam melhores controles e governança de risco desde o início.

2 - A transformação digital, o trabalho remoto e a escassez de pessoal persistem

• A transformação digital continua a acelerar desde a pandemia e o trabalho remoto/híbrido continuará em 73% das organizações;

• Quase 90% estão procurando contratar, mas 54% dizem que é difícil encontrar candidatos de segurança de OT qualificados suficientes.

Os entrevistados relatam que a transformação digital acelerou desde o início da pandemia da Covid-19 e, em uma base global, algum nível de trabalho remoto continuará em 73% das organizações no futuro próximo. A transformação digital, o aumento inerente na conectividade entre as redes de TI e OT e o acesso remoto para os funcionários apresentam riscos ao criar vetores adicionais para invasores. Os resultados apareceram nas

FURTO DE ENERGIA

é um problema em sua rede?

Proteja sua rede,
escolha Condumax e Incesa
em suas instalações

Cabo Multiplexado Armado



Caixa de Múltiplas Derivações

Realiza várias conexões elétricas com aplicação simples e eficiente. Efetua o aperto constante e uniforme garantindo o balanceamento da rede de forma ágil e segura.

A combinação dos 2 produtos, empregados em rede de distribuição secundária, dificulta as tentativas de furtos de energia, mantendo um visual agradável na rede. Atende às exigências das normas ABNT NBR 7287, IEC 62208, IEC 60695-11-10 e ABNT NBR IEC 61439-1.



Condumax e Incesa



Condumax



Condumax

LIGUE E SOLICITE UM ATENDIMENTO TÉCNICO

Condumax
FIBRAS E CABOS ELÉTRICOS

Incesa
COMPONENTES ELÉTRICOS

0800 701 3701 | 0800 770 3228

www.condumax.com.br



manchetes e estimularam novos alertas do governo sobre o risco de conectar redes industriais a redes de TI e a necessidade de um estado elevado de conscientização e controles.

3 - Governança e supervisão executiva mostram uma liderança forte

- Mais da metade dos entrevistados dizem que o C-suite e o conselho de sua organização estão muito envolvidos na tomada de decisões e na supervisão de segurança cibernética;
- Mais de 60% estão centralizando a governança de TO e TI sob o CISO – uma prática recomendada;
- Mais de 65% classificam a estratégia de gerenciamento de vulnerabilidades de sua organização como moderada a altamente proativa, mas os ataques de ransomware são muito bem-sucedidos.

À medida que a transformação digital e o trabalho remoto continuaram ao longo de 2021, os ataques de ransomware nas redes de TI e OT/ICS foram desenfreados e os pagamentos foram significativos. Enquanto o modelo financeiro continuar favorecendo o pagamento e o resgate, essas ameaças continuarão. A única maneira de mitigar o risco é entender como tornar a hiperconectividade mais segura.

As lacunas em processos e tecnologia, algumas que existem há anos, devem ser abordadas. Felizmente, as organizações em todo o mundo têm uma forte liderança executiva e especialistas confiáveis em segurança cibernética no comando. Juntos, eles estão no caminho certo. Estendendo a governança para incluir redes de OT, alocando recursos adicionais e priorizando as melhores práticas e controles, eles estão construindo resiliência em meio à disrupção.

Como mencionado no capítulo anterior deste fascículo, “não existe bala de prata”. As regras definidas pelo ONS e pela Aneel são apenas o início de algo que precisa ser contínuo e abrangente.

Ao olharmos para a rede operativa de um ambiente elétrico, devemos mirar cinco dimensões de suma importância, não somente casos de “ransomwares”.

• A dimensão 1: entendimento do ambiente

Neste primeiro pilar, identificamos cada um dos ativos, seus protocolos, seus detalhes de configurações, seu perfil de comunicação, seu padrão. Todos os detalhes fim a fim em uma infraestrutura crítica por completo, mirando protocolos de OT, IOT, IIOT e IT para que tenhamos uma visibilidade fim a fim dos ativos.

Ainda neste primeiro pilar, quando falamos de inventário de ativos, devemos considerar inclusive as redes cascadeadas como

Profibus atrás dos dispositivos de OT.

O inventário realmente precisa ser profundo, inclusive a obsolescência dos ativos para ser agregada ao nível de risco da planta. Não se protege o que não se identifica.

• A dimensão 2: integridade de processos

Foi se o tempo em que um ataque era ocasionado somente por um vírus, um Trojan ou algo neste sentido. Atualmente, muitos problemas são ocasionados por ataques direcionados no ambiente operativo ou mesmo erros humanos.

Uma solução que, ao inventariar na dimensão 1, traga parâmetros e configurações dos ativos inventariados para que posteriormente sejam analisados continuamente para gerar um alerta após uma alteração é essencial para se detectar um ataque direcionado no ambiente operativo.

• A dimensão 3: segurança cibernética

Uma solução para segurança cibernética operativa precisa ser criada e direcionada para isso. Deve-se entender as características do ambiente operativo, suas particularidades, protocolos e drivers. Especialização para a proteção é a chave.

• A dimensão 4: segurança operativa

Aqui destacamos um pouco mais a especialização. É muito comum nos ambientes operacionais existirem soluções de backups específicas para PLCs, SCADAS, entre outros dispositivos.

Uma solução de segurança cibernética para este mundo deve trazer benefícios além dos tradicionais. Neste caso, o envio de informações para agregar a um backup o seu risco é de grande valia para se entender a criticidade de um Disaster & Recovery de um ambiente operativo.

• A dimensão 5: operação remota segura

Neste período de pandemia criou-se um grande vetor de ataque para as redes operativas. O trabalho remoto utiliza ferramentas tradicionais de IT no mundo de OT.

A solução especializada para operação remota deve estar totalmente integrada aos padrões das redes operativas, mantendo toda a sua segmentação sem a necessidade de ajustes inseguros para uma operação remota na planta. Além disso, deve criar fluxos de aprovações para manutenções programadas, granularidade no acesso ao ativo de OT, gravação de vídeo de todas as atividades. Tudo isso ligado e interligado às dimensões 1, 2, 3 e 4 comentadas neste artigo.

Há 42 anos levando energia para as principais obras do país.



Conheça
as obras
da mse.



Ano após ano estamos expandindo nossas operações e investindo em tecnologia, com soluções para atender obras industriais, de geração de energia, corporativas e de infraestrutura. Acesse nosso site e entre em contato com nossa equipe de engenharia.

mse.com.br

mse



Figura 2 - As 5 dimensões.

A jornada é longa e contínua. Atender aos requisitos do ONS e da Aneel é apenas parte de uma grande jornada. Pensem na transformação digital e como o pilar especializado de segurança cibernética deve apoiar este ciclo contínuo de transformações exponenciais.

*Rodrigo Leal é graduado e mestre em engenharia elétrica. Possui MBA em Gestão de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) e curso de Gestão de Negócios da Era Digital pela Cesar School. Atualmente, cursa MBA Executivo de Negócios do Setor Elétrico pela FGV. Desde

2006 atua na Chesf, assessor do Diretor de Operação, coordenando vários processos da diretoria, incluindo os assuntos relativos à tecnologia operativa. Ocupa ainda a posição de vice-presidente do Conselho Diretor da UTC América Latina e Coordenador do Comitê de Tecnologia da Informação e Telecomunicações no Cigre-Brasil. Italo Calvano é engenheiro de computação, com especialização em Redes de Computadores, MBA e pós-graduação na COPPEAD com foco no mercado de energia. Atualmente, é vice-presidente da Claroty na América Latina, empresa especializada em segurança cibernética para infraestruturas críticas.

Sistemas de Iluminação de Alta Eficiência

Savan Iluminação



LINHA HIGH BAY
150lm/W IP65 IK10



LINHA HERMÉTICA
110lm/W IP65



LINHA PÚBLICA
130lm/W IP66 IK09

ENTRE EM CONTATO

vandas@savanimports.com.br | www.savanimports.com.br

+55 (47) 30111064

+55 (48) 988011842

@savan.imports



Renováveis

ENERGIAS COMPLEMENTARES

Ano 5 - Edição 60 / Março de 2022



Atitude.editorial

ARMAZENAMENTO DE ENERGIA tipos de baterias e características

COLUNA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA: Brasil atinge 10 GW de potência instalada em geração distribuída

COLUNA ENERGIA SOLAR: 2022 - Desafios da tributação e o crescimento da energia solar no Brasil

APOIO





FASCÍCULO ARMAZENAMENTO DE ENERGIA

Por Markus Vlasits*



36

Capítulo II

TIPOS DE BATERIAS E SUAS CARACTERÍSTICAS

Baterias fazem parte do nosso dia a dia e todos nós as usamos diariamente. Em automóveis com motor a combustão o arranque do motor é tipicamente feito utilizando como apoio uma bateria de chumbo-ácido. Os dispositivos eletrônicos, como laptops, tablets e celulares, usam baterias de íons de lítio.

Bateria de chumbo é uma tecnologia antiga, inventada no século XVIII e aperfeiçoada ao longo de muitos anos. Tratam-se de baterias muito estáveis, fáceis de serem produzidas, recicladas e não exigem cuidados específicos na sua operação. No entanto, elas têm uma limitação em seu perfil de uso e/ou aplicação. Para maximizar sua vida útil não é recomendado usar mais que 50% da sua capacidade nominal e, mesmo em condições de uso controladas, sua vida útil dificilmente supera os 1.000 ciclos (um ciclo é caracterizado por uma carga e descarga completas). Vale a pena observar que existem inovações tecnológicas interessantes, como por exemplo baterias de chumbo-carbono que mantém todas as vantagens desse tipo de bateria, mas oferecem uma vida útil mais longa e uma profundidade de descarga maior.

Baterias de íons de lítio, por outro lado, são uma invenção relativamente recente em comparação com as baterias de chumbo. Estes acumuladores oferecem um avanço substancial em relação à densidade energética, profundidade de descarga e vida útil.



Figura 1 - John Goodenough, Stanley Whittingham e Akira Yoshino, vencedores do Prêmio Nobel 2019 pelo desenvolvimento da bateria de íons de lítio. Fonte: BBC

Os principais elementos dessas baterias são um cátodo (polo positivo), contendo composições de óxidos metálicos a base de lítio, um eletrólito líquido, um separador e um ânodo (polo negativo), tipicamente com compostos contendo grafite.

O átomo de lítio possui apenas um único elétron em sua camada de valência e tem a tendência de perdê-lo com muita facilidade. Esta tendência chama-se potencial eletroquímico. Dentre todos os materiais, o lítio tem o maior potencial eletroquímico, o que o torna o elemento ideal para baterias.

Assim que há uma conexão externa entre o cátodo e ânodo da bateria, ocorre a seguinte reação: os elétrons do lítio, por conta deste potencial eletroquímico, separam-se dos seus respectivos átomos e percorrem o caminho mais fácil através do condutor elétrico, rumo ao cátodo da bateria. Desta forma é gerada uma corrente elétrica no momento de descarregamento. Ao mesmo tempo os átomos de lítio, 'abandonados' pelos elétrons, chamados íons, possuem carga positiva e sentem-se atraídos pela carga negativa do cátodo, assim, eles percorrem o caminho para o ânodo através do eletrólito. Para que esta reação possa acontecer de forma controlada e segura, o separador, que isola o cátodo do ânodo, permite apenas a passagem dos íons.

Chegando no cátodo, os íons de lítio encontram uma composição metálica capaz de integrá-los dentro de uma estrutura estável. Quando a maior parte dos íons migrou e a maior parte dos elétrons foi absorvida pela estrutura metálica, a corrente termina e a bateria está totalmente descarregada. Para carregá-la, precisamos aplicar uma tensão elétrica no sentido inverso, assim propulsionando os elétrons e os íons de lítio de volta para o ânodo. Quando este processo estiver concluído, a bateria é considerada carregada. Importante observar que dado o elevado potencial eletroquímico do lítio, o estado carregado da bateria representa um equilíbrio pouco estável, comparável a uma bola que foi deixada no topo de uma colina. Da mesma forma como a bola facilmente poderá voltar ao pé da colina, o elétron instável da camada de valência poderá se desprender do átomo de lítio e voltar para o cátodo, desde que haja um condutor elétrico interligando os dois pólos.

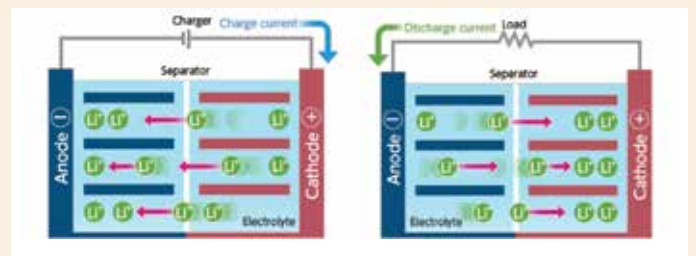


Figura 2 - Representação gráfica de ciclos de carga e descarga de uma bateria de íons de lítio. Gráfico: Toshiba

Existe hoje uma ampla gama de baterias de íons de lítio, tais como baterias de lítio ferro fosfato [LFP], baterias de lítio-manganês cobalto [NMC], e outras. Todas elas têm características diferentes, mas possuem em comum o princípio básico descrito acima.

Por muito impressionante que tenha sido o avanço das baterias de íons de lítio, elas ainda apresentam uma série de limitações, tanto para seu uso na mobilidade elétrica, como para aplicações estacionárias.

Em relação à mobilidade elétrica, uma das características que

Tipo	Composição	Competitividade em Custo	Vida útil	Densidade energética	Estabilidade térmica	Aplicações
LFP	Lítio-ferro-fosfato	Muito boa	★★	★	★★★	Soluções estacionárias
NMC	Lítio-manganês-cobalto	Boa	★	★★	★★	Mobilidade elétrica
NCA	Lítio-níquel-cobalto-alumínio	Boa	★	★★★	⊖	Mobilidade, aplicações industriais
LTO	Lítio-titanato	Regular	★★★	★	★★★	Aplicações especiais
GRF	Grafeno	Baixa	★★★	★★★	★★★	Aplicações especiais

Figura 3 - Comparação de características de diferentes tipos de baterias de íons de lítio. Gráfico: NewCharge / Greener em: Estudos Estratégico do Mercado de Armazenamento de Energia no Brasil, 2021.

mais importam é a densidade energética. Atualmente, as baterias de íons de lítio, que apresentam uma melhor performance, alcançam densidades energéticas perto dos 300 Wh/kg. Em comparação, a densidade energética de gasolina é de mais de 12.000 Wh/kg. Ainda que se leve em consideração que um motor elétrico é muito mais eficiente que um motor a combustão, a diferença na densidade energética entre baterias e combustível fóssil ainda é alta. Em relação ao armazenamento estacionário, a principal preocupação está no custo da bateria e da sua vida útil. Ao longo dos últimos dez anos, foi possível reduzir o preço de venda de mais de USD 1.000/kWh de capacidade para valores próximos de USD 100/kWh. Mas, parece que vai ser difícil reduzir este valor de forma significativa, sem que aconteçam alterações fundamentais na tecnologia empregada. Para que o armazenamento realmente vire uma aplicação em massa e possa 'turbinar' o crescimento das energias renováveis, precisaríamos atingir valores no patamar de USD 20-50/kWh.

Vale a pena observar que, em muitos casos, o aumento da densidade energética e a redução de custo podem ser atingidos de forma sinérgica. Desde que o aumento de densidade seja maior que o aumento de custo de produção, ambos os objetivos podem ser atingidos de forma simultânea.

Nesse sentido, uma estratégia promissora é substituir o eletrólito líquido por material sólido. Estas baterias geralmente usam ânodos de lítio puro e cátodos de NCM (níquel-cobalto-manganês) ou enxofre-carbono. A primeira geração de baterias 'solid state' tem conseguido ultrapassar os 500 Wh/kg. Recentemente, pesquisadores japoneses apresentaram um protótipo com densidade energética superior a 900 Wh/kg e vida útil de aproximadamente 1.000 ciclos, isto, sem dúvida, é um grande avanço.

Um outro caminho, também promissor, consiste na substituição do ânodo de grafite por outros materiais que permitem um adensamento dos elétrons de lítio. Outro grupo de pesquisadores japoneses, desenvolveu ao longo dos últimos anos, uma bateria cujo cátodo é muito parecido àquele das baterias de NMC, mas cujo ânodo é feito de titânio e óxido de nióbio (TNO). Em princípio, essa

composição permite dobrar a densidade energética das baterias e, ao mesmo tempo, aumentar a tolerância para recargas ultrarrápidas. Neste contexto é bom lembrar que o Brasil é um dos principais produtores de nióbio em formato de matéria-prima.

Outra alternativa interessante é substituir o grafite por silício. Na visão dos proponentes desta tecnologia, o limite teórico de densidade energética das atuais baterias de lítio está na faixa de 700 Wh/kg. Segundo eles, o ânodo de silício permite alcançar valores até 1.500 Wh/kg, e ao mesmo tempo aumentar a vida útil da bateria. Do ponto de vista químico é importante observar que um ânodo de silício não 'acomoda' os íons de lítio através do processo de intercalação, como acontece nos ânodos de grafite, mas através de uma espécie de 'conversão' pela qual no momento de carregamento o lítio e o silício formam uma espécie de liga eletroquímica. Os vínculos naquela liga, em tese, são muito mais fortes do que aqueles formados por intercalação, o que significa que a bateria seria capaz de armazenar mais energia.

Os compostos de lítio usados em baterias geralmente são produzidos a partir de duas matérias-primas – carbonato de lítio [Li₂CO₃], ou hidróxido de lítio [LiOH]. Recentemente, ambos têm sofrido aumentos de preço muito significativos. No caso do carbonato de lítio, o preço médio por tonelada aumentou de USD 6,750 em janeiro de 2021 para mais de USD 38,000 em janeiro de 2022. Acredita-se que este aumento de preços seja temporário e que ele voltará a cair assim que a oferta de lítio consiga acompanhar esse crescimento de demanda. No entanto, não é possível prever quanto tempo tardará até que os preços do lítio voltem aos patamares observados antes de 2020. Como o gargalo aparenta ser na mineração e no processamento de matéria-prima, o aumento de oferta pode demorar algum tempo.

Diante deste cenário, o interesse em tecnologias 'pós-lítio' tem aumentado bastante ao longo dos últimos meses. Em princípio, nada impede a substituição do lítio no cátodo da bateria por outros metais. Existem vários candidatos, entre eles, o sódio, o zinco, o potássio, ou o magnésio, e todos eles são muito mais abundantes



Figura 4 - Evolução do preço de carbonato de lítio.
 Fonte: germanlithium.com

do que o lítio. No entanto, nenhum desses elementos possui seu potencial eletroquímico, o que reduz a performance dessas baterias alternativas. Para que esses tipos de baterias se tornem viáveis para uso comercial, vários desafios importantes ainda precisam ser superados.

Baterias de fluxo são uma alternativa tecnológica, que tem chamado a atenção recentemente de forma peculiar. Seu princípio funcional é totalmente distinto das tecnologias apresentadas até aqui. Ânodo e cátodo são compostos por elementos químicos dissolvidos em líquidos. A troca de íons entre os dois polos, responsável pela geração de corrente elétrica, ocorre através de uma membrana, enquanto ambos os líquidos circulam em seus respectivos containers. Estas baterias também são chamadas de 'redox-flow-batteries' porque a carga e a descarga da bateria ocorrem através de processos de redução (captação de elétrons) e oxidação (liberação de elétrons) dos elementos químicos contidos nos containers. Existem baterias de fluxo com distintas composições químicas: óxido de ferro, brometo de zinco, enxofre aquoso, entre outras. Todas elas apresentam algumas características muito interessantes – permitem durações de descarga muito longas, que não estão sujeitas à degradação e algumas delas, como por exemplo as baterias de óxido de ferro, não contém nenhum elemento tóxico. Além disso, não dependem de nenhum material potencialmente escasso, como o lítio ou o cobalto.

Principalmente nos Estados Unidos têm surgido outras opções tecnológicas, como baterias 'ar-zinco', 'ar-ferro' e 'ar-lítio'. Baterias de ar-zinco usam partículas de zinco dentro de um arranjo descrito como célula de combustível regenerativa. A principal vantagem é que o zinco, em princípio, é um elemento abundante e de fácil extração, diferente do lítio. Conseqüentemente, uma bateria de 'ar-zinco' poderia atingir um nível de custo substancialmente mais baixo do que baterias de lítio. No entanto, esta tecnologia ainda está em fase de validação e ainda não está comercialmente disponível.

O princípio funcional de baterias de 'ar-ferro' consiste na oxidação reversível de um composto de ferro. Durante o

descarregamento, o composto é transformado em óxido de ferro, mediante a absorção de oxigênio, e, no carregamento, o processo é revertido e o oxigênio é novamente liberado.

Baterias de 'ar-lítio' são feitas de ânodos de lítio metálico e um cátodo composto por material poroso. O foco desta não é - diretamente - a redução de custos, mas o aumento da densidade energética, pensando em aplicações automotivas e outras aplicações com restrições de espaço e peso.

Quais dessas tecnologias irão prevalecer e propulsionar o mercado de armazenamento no futuro? Parece plausível que futuramente tenhamos propostas tecnológicas diferenciadas, atendendo aos inúmeros segmentos do mercado. A mobilidade elétrica, conforme mencionado anteriormente, precisa de uma solução que ofereça uma elevada densidade energética e comporte ciclos de carga e descarga rápidos. A tecnologia mais adequada muito provavelmente será uma solução contendo lítio, seja uma bateria de íons de lítio com ânodo 'alternativo', seja uma bateria de estado sólido ou uma solução ar-lítio.

Para aplicações estacionárias, a situação é diferente. Neste segmento, o que mais interessa é minimizar o custo global de armazenamento ao longo da vida útil do equipamento. Em outras palavras, há que se perguntar: qual tecnologia permite armazenar energia pelo menor custo por ciclo, levando em consideração o custo inicial do equipamento, as despesas com manutenção, a degradação da bateria ao longo da sua vida útil e a eficiência global de conversão? Possivelmente, baterias de ar-ferro, ar-zinco ou baterias de fluxo poderão conquistar uma parcela relevante desse mercado. Mas elas terão que comprovar sua competitividade com baterias de íons de lítio maduros, principalmente lítio-ferro-fosfato, para os quais já existe uma cadeia produtiva de centenas de GWh. Adicionalmente, esses novos entrantes também enfrentarão baterias de 'segunda vida', ou seja, baterias automotivas que chegaram ao fim da sua vida útil em veículos elétricos, mas que ainda têm utilidade em aplicações estacionárias. É claro que esse reaproveitamento envolve vários desafios técnicos, mas, diante do grande número



40 **Figura 5 - Exemplo de projeto de P&D de bateria de segunda vida, localizado em Florianópolis (SC). Fonte: UFSC, NewCharge, entre outros.**

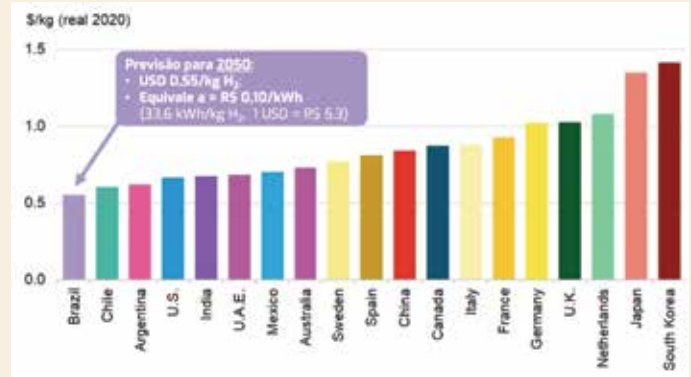


Figura 6 - Competividade do Brasil na produção de hidrogênio verde – previsão para 2050. Fonte: Bloomberg NEF

de baterias automotivas usadas que estarão disponíveis dentro de poucos anos, não deixa de ser uma opção interessante.

Não podemos encerrar este artigo sem falar de mais uma opção de armazenamento de energia – o hidrogênio. Este desempenha um papel fundamental em vários processos industriais, entre eles no refino de petróleo e na produção de amônia e de fertilizantes, e é produzido a partir do gás natural. Ao longo dos últimos anos houve um interesse crescente em hidrogênio para fins de armazenamento de energia, principalmente na forma do chamado 'hidrogênio verde'. Neste caso, o gás é produzido a partir da água através do processo de eletrólise, usando como insumo energético fontes renováveis, como solar fotovoltaica e eólica. A conversão do hidrogênio em energia elétrica pode ser feita de várias formas, sendo o uso de células de combustível o caminho mais promissor. Em comparação com as baterias, o hidrogênio oferece duas vantagens muito importantes – elevada densidade energética, o que o torna interessante para mobilidade elétrica e a possibilidade de armazenamento de longo prazo (semanas, meses), o que dificilmente pode ser feito com baterias. O principal desafio no uso de hidrogênio para fins de armazenamento está na baixa eficiência global do processo de conversão. Somando as perdas energéticas na eletrólise, na compressão, no armazenamento do gás e no reaproveitamento através de células de combustível, chega-se a uma eficiência total (round-trip efficiency) inferior a 30%. Isto significa muito menos do que a eficiência global de sistemas de armazenamento usando baterias, que costumam alcançar taxa de eficiência de 80%-90% para sistemas usando baterias de lítio e de 60%-80% para sistemas com baterias 'alternativas'.

Isto não significa que o hidrogênio, principalmente aquele produzido a partir de fontes renováveis (ou seja, o hidrogênio verde) não tenha uma perspectiva de crescimento relevante. Muito pelo contrário! Para alguns setores da mobilidade, como por exemplo transporte de cargas de longa distância ou aviação, o hidrogênio pode ser uma opção promissora para reduzir sua 'pegada de carbono'. O mesmo aplica-se a processos industriais que hoje fazem uso de hidrogênio 'cinza' produzido a partir do gás natural.

Para o Brasil, a cadeia de hidrogênio verde é relevante por vários motivos. Primeiro, porque o país, dentro do contexto internacional, dispõe de energia solar extremamente competitiva, o que o torna um player de peso em um futuro mercado global de hidrogênio verde. Segundo porque o Brasil até hoje importa a maior parte dos fertilizantes usados na sua agricultura.

Como podemos constatar, o futuro das tecnologias de armazenamento é complexo, cheio de incertezas, mas também repleto de oportunidades para avanços 'disruptivos' que podem tornar o armazenamento de energia e, principalmente, o armazenamento de energia elétrica por dispositivos eletroquímicos ainda mais competitivos. Nos artigos seguintes iremos explorar as diferentes aplicações de armazenamento com mais detalhes e avaliar o seu potencial para contribuir com a modernização do setor elétrico brasileiro.

*Markus Vlasits é fundador e diretor-sócio da NewCharge Projetos desde 2019. Foi diretor comercial e cofundador da Faro Energy e também diretor e, posteriormente, vice-presidente da Q-Cells SE na Alemanha, uma das principais produtoras de células e painéis fotovoltaicos. É conselheiro e coordenador do Grupo de Trabalho de Armazenamento da Associação Brasileira de Energia Solar (Absolar).

Linha DPS

Ecobox

geração 6

Os Dispositivos de Proteção Contra Surtos da Linha DPS Ecobox foram desenvolvidos para proteger a instalação elétrica.



EMBRASTEC
Lider em Qualidade!



www.embrastec.com.br



Por Guilherme Chrispim, presidente da Associação Brasileira de Geração Distribuída (ABGD)

Brasil atinge 10 GW de potência instalada em geração distribuída

No primeiro trimestre de 2022, a expansão da geração distribuída (GD) está mantendo o ritmo de aceleração. Ao atingir a marca de 10 gigawatts (GW) de potência instalada no dia 29 de março, o País passou de 9 GW para 10 GW em apenas 67 dias. É fato que esse intervalo foi maior que o percorrido para alcançar o gigawatt anterior – nesse caso, um total de 42 dias –, mas a implementação de 1 GW em pouco mais de dois meses ainda é dado bastante positivo: é a segunda vez na história que crescemos 1 GW em menos de três meses.

Além disso, de acordo com a dinâmica brasileira, em todos os anos, o primeiro trimestre tem a evolução da atividade econômica dos mais distintos setores impactada por feriados, o que se aplica à GD, como observado em anos anteriores. Os três primeiros meses do ano também funcionam como um período de tomada de decisão para novos projetos e, levando em conta a sanção da Lei 14.300/2022 no início de janeiro, é assertivo afirmar que está em alta a contratação de projetos de minigeração e microgeração e que as instalações estão por vir.

Até o fim de dezembro, o Brasil deverá ultrapassar a marca de 15 GW, confirmando 2022 como o ano da “corrida ao sol”. Com o novo marco legal, há uma antecipação de projetos para garantir um melhor resultado do investimento até 2045, já que a lei prevê a gratuidade da cobrança da Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD) para quem ingressar no sistema de compensação até 6 de janeiro de 2023. Os sistemas implementados após esse prazo passarão a pagar um percentual da TUSD.

Nesse ponto, é importante reforçar que o início da cobrança da tarifa não será o fim da geração distribuída no País: geração própria de energia

on grid continuará atrativa. Entre os fatores que corroboram essa afirmação, destaco, de início, as previsões de manutenção do custo elevado da energia, o que reforça que o investimento terá retorno financeiro.

Além disso, a relação da sociedade com a energia está passando por uma transformação em que dois eixos se destacam e favorecem a evolução da geração distribuída. Na pauta de segurança energética, trazer para as mãos de cidadãos e empresas um meio de geração própria de energia vai fazer cada vez mais sentido e, consequentemente, haverá maior adesão. Outro fator importante é a preocupação, cada vez mais disseminada, com o impacto ambiental que a geração de energia provoca e, mais uma vez, uma pauta em que GD tem espaço inabalável, já que emprega fontes renováveis.

Destaco ainda a democratização do acesso à energia como fator de vantagem, o que já se traduz em números. Com mais de 1,17 milhão de conexões totais, a geração distribuída nacional está dividida entre as classes de consumo residencial (43,6%), comercial (33,2%), rural (13,9%) e industrial (7,9%).

Ou seja, não é por obra do acaso que o País vai acrescentar cerca de 8 GW de geração distribuída em apenas um ano, até o fim de 2022, entregando o equivalente a meia Itaipu! Essa verdadeira revolução está se realizando com investimentos privados das mais diferentes grandezas: desde usinas de 5 megawatts até cidadãos que financiam um pequeno conjunto de placas fotovoltaicas para instalação residencial. A geração distribuída, no contexto brasileiro, é um meio de efetiva participação da sociedade nos rumos da política energética nacional.

POWERED BY **SCAME**
SPECIALIZED SOLUTIONS

ACESSE
NOSSO
SITE



MW TOMADA INTELIGENTE:

UMA NOVA ERA EM SEGURANÇA E TECNOLOGIA PARA O SETOR ELÉTRICO.

Garantir o controle de utilização de um ponto elétrico somente para profissionais autorizados, e monitorar a qualidade da energia elétrica em tempo real agora é possível.

Não é incrível? **Temos um plano ideal para a sua empresa.**

PRINCIPAIS RECURSOS

ANALISADOR DE ENERGIA

DASHBOARD EFICIENTE

MONITORAMENTO E BLOQUEIO AUTOMÁTICO
POR FALTA DE ATERRAMENTO E/OU POR FUGA
DE TENSÃO

CONTROLE DE UTILIZAÇÃO PELO CRACHÁ
DO COLABORADOR

HISTÓRICO DE UTILIZAÇÃO

BLOQUEIE REMOTAMENTE DE QUALQUER
LUGAR NO MUNDO

CARACTERÍSTICAS

Polos: **3P + T** | Corrente Nominal: **63A** | Posição Horária T: **6h**

Tensão Nominal: **380V - 440V** | Grau de Proteção: **IP66 / IP67 / IP69 / IK10**

Normas: **EN 60309-1 (1999) - EN 60309-2 (1999) - EN 60309-1/A1 (2007)**

**EN 60309-2/A1 (2007) - EN 60309-4 (2007) - DIRECTIVE LOW VOLTAGE
2014/35 /UE**





Rodrigo Sauaia
é presidente
executivo da
Absolar



Ronaldo Koloszuk
é presidente
do Conselho de
Administração da
Absolar



**Daniel Pansarella – Diretor do
Departamento de Comércio Exterior
da Fiesp e coordenador da Força-
Tarefa sobre Logística da Absolar**



Desafios da tributação e o crescimento da energia solar no Brasil

A energia solar no Brasil atingiu recentemente uma marca histórica: chegou ao patamar de 14 GW de potência operacional, somando a geração própria solar em telhados, fachadas e pequenos terrenos e as usinas solares de grande porte.

Com isso, desde 2012, a fonte solar já trouxe ao Brasil mais de R\$ 74,6 bilhões em novos investimentos, R\$ 20,9 bilhões em arrecadação aos cofres públicos e gerou mais de 420 mil empregos acumulados. Adicionalmente, evitou a emissão de 18,0 milhões de toneladas de CO₂ na geração de eletricidade.

O Brasil possui 4,7 GW de potência instalada em usinas solares de grande porte, o equivalente a 2,5% da matriz elétrica do país, e 9,3 GW instalados pelos próprios consumidores na modalidade de geração própria solar.

Para que a energia solar mantenha uma curva robusta de crescimento no País, um dos desafios é a evolução da política de incentivos na área tributária, sobretudo, nas regras aplicadas aos componentes, equipamentos e sistemas solares fotovoltaicos.

Em novembro do ano passado, o Ministério da Economia publicou a Resolução GECEX nº 272/2021, que mudou as NCMs de equipamentos e produtos. Essa atualização é um processo rotineiro, feito a cada cinco anos, por exigência da Organização Mundial das Aduanas (OMA), da qual

o Brasil é membro. No caso do setor solar, houve mudança nas NCMs de módulos fotovoltaicos, passando de 8541.40.32 para 8541.43.00, e de geradores fotovoltaicos, passando de 8501.3 para 8501.7 e 8501.8.

Em 30 de dezembro do ano passado, o Ministério da Economia publicou o Decreto nº 10.923/2021, atualizando a Tabela do IPI (TIPI), com as novas NCMs da Resolução GECEX, outro procedimento padrão e periódico. Estas mudanças do Ministério da Economia entram em efeito a partir de 1º de abril de 2022.

Em relação aos geradores fotovoltaicos, tanto os modelos de corrente contínua (NCM 8501.7), quanto os de corrente alternada (NCM 8501.8), foram incluídos no Decreto com IPI zero, portanto, não houve aumento de impostos por parte do Governo Federal sobre estes itens.

Já em relação aos módulos fotovoltaicos, a NCM 8541.40.32 foi substituída pela NCM 8541.43.00, que passa a ser a nova referência do setor para estes equipamentos. Esta NCM aparece com IPI de 10%, em vez de zero, mas a NCM possui uma exceção, a “Ex 01 – Células Solares”, com IPI zero, permitindo manter a tributação do IPI em zero para os módulos fotovoltaicos classificados dentro desta exceção.

Depois de uma análise tributária detalhada e reunião

com a Receita Federal do Brasil (RFB) para esclarecimentos, a RFB recomendou em reunião que o setor passasse a enquadrar suas operações comerciais com módulos fotovoltaicos nesta exceção Ex 01 – Células Solares da NCM 8541.43.00, mitigando o risco de cobrança de IPI. Inclusive, há um campo específico da Declaração de Importação (DI) para se inserir esta exceção, além de ser importante utilizar o campo de observações, complementando as informações e deixando o processo mais claro.

Já sobre o ICMS, o Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ) precisa atualizar seus convênios para considerar as novas NCMs de módulos e geradores fotovoltaicos. Para contribuir com a solução, a Absolar, com o apoio de sua Força-Tarefa de Logística, trabalha em prol da atualização dos Convênios ICMS nº 101/1997 e nº 114/2017 para que estejam em sintonia com as recentes mudanças nas NCMs (Nomenclatura Comum do Mercosul) de módulos fotovoltaicos, geradores fotovoltaicos e outros componentes de interesse do setor, incluindo os equipamentos e sistemas de armazenamento de energia elétrica.

Nesse sentido, a Absolar protocolou, em 20 de dezembro de 2021, ofício ao CONFAZ, pedindo urgência ao tema. O movimento surtiu efeito, pois o

tema já está na pauta das reuniões dos grupos técnicos do CONFAZ. Adicionalmente, a Absolar buscou, de forma proativa, os órgãos do governo para articular entendimentos e prestar esclarecimentos quanto aos descritivos técnicos dos equipamentos.

Há razoável expectativa de que os Convênios ICMS nº 101/1997 e nº 114/2017 possam ser atualizados, porém, há incerteza sobre quanto tempo o CONFAZ levará para realizar tal atualização e se esta solução ocorrerá antes de 1º de abril de 2022.

Diante disso, a Força-Tarefa de Logística, em parceria com nossos associados, já trabalha na estruturação de um plano de contingência: mandados de segurança, instrumentos jurídicos capazes de mitigar os riscos tributários de ICMS cabíveis ao setor, aplicáveis caso a atualização dos Convênios não ocorra dentro do prazo esperado pelo setor solar fotovoltaico.

A Absolar defende que as atualizações das regras tributárias sempre contemplem o avanço das energias renováveis, em especial da fonte solar fotovoltaica, em prol do desenvolvimento socioeconômico e ambiental do País, que necessita cada vez mais de eletricidade mais competitiva e limpa para retomar seu crescimento econômico de forma sustentável.



Brasil é o sexto país com mais eólicas no mundo



Dados recém-divulgados pelo Global Wind Energy Council (GWEC) revelam que o Brasil ocupa agora a 6ª posição no Ranking de Capacidade Total Instalada de Energia Eólica Onshore.

O relatório também mostra um dado relevante para o Brasil: em 2021, fomos o terceiro país que mais instalou eólicas, repetindo o feito de 2020, e ficando atrás apenas de China e Estados Unidos. “Os dados divulgados hoje pelo GWEC refletem o que estamos claramente vivendo no setor eólico brasileiro, que vem crescendo de forma sustentada e eficiente, com números sólidos e uma importância cada vez maior na matriz elétrica brasileira. É uma indústria que tem atuado de forma muito

eficiente ao longo dos próximos anos e que tem alcançado resultados cada vez melhores, com um crescimento não apenas no mercado regulado, mas com forte expansão no mercado livre. Estamos agora com 21,5 GW e 795 parques eólicos. Já são mais de 9.000 aerogeradores em operação e somos a segunda fonte da matriz elétrica. Considerando o que já temos em contratos assinados, vamos chegar a 2026 com pelo menos 36 GW. Ainda podemos subir mais um pouco neste Ranking e temos grandes chances disso”, declarou Elbia Gannoum, Presidente da ABEEólica.

No olhar global, o Global Wind Report 2022 do Conselho Global de Energia Eólica mostra que a capacidade global

aumentou 93,6 GW em 2021, levando a capacidade total acumulada de energia eólica para 837 GW, o que representa um crescimento ano a ano de 12%. Enquanto os dois maiores mercados do mundo, China e EUA, instalaram menor capacidade eólica onshore no ano passado – 30,7 GW e 12,7 GW, respectivamente – outras regiões tiveram anos recordes. Europa, América Latina e África e Oriente Médio aumentaram as novas instalações onshore em 19%, 27% e 120%, respectivamente.

O relatório também destaca que a indústria eólica teve seu segundo melhor ano em 2021, com quase 94 GW de capacidade adicionada globalmente no ano passado

(dado apenas 1,8% menor do que a taxa de crescimento de energia eólica ano a ano em 2020). O GWEC considera que este é um sinal claro da incrível resiliência e trajetória ascendente da indústria eólica global. No entanto, como o GWEC deixa claro no relatório, esse crescimento precisa quadruplicar até o final da década se o mundo quiser permanecer na rota dos 1,5 °C e zerar as emissões líquidas de gases estufa até 2050. O fato é que a eólica está em uma positiva trajetória de crescimento, mas não está crescendo com rapidez ou amplitude suficiente para realizar uma transição energética global segura e resiliente.

Barramento blindado é mais um passo para a industrialização da construção civil

Ao possibilitar a pré-montagem da linha elétrica de distribuição, o sistema evita a improvisação da obra e a confusão do canteiro, que geram passivo técnico e desperdício financeiro

Quando no início do século XX, o industrial Henry Ford precisou substituir os motores de sua fábrica, ele percebeu que teria um grande problema. Isso porque seria necessário também atualizar a linha elétrica que alimentava estes equipamentos. Se para isso fosse empregada a solução usual, o trabalho manual seria gigantesco, uma vez que cada cabo teria que ser aberto e testado, gerando desperdício de tempo e material. Como o objetivo de Ford sempre foi ter processos mais eficientes, ele acabou empregando uma solução alternativa para atualizar sua linha elétrica: desenvolveu uma linha de distribuição com barras, com módulos de acesso a cada distância determinada, possibilitando que a linha pudesse ser reconfigurada constantemente sem prejuízos. Nasceu aí o barramento blindado ou buzway.

O engenheiro projetista Thales de Azevedo Filho, sócio proprietário da Thales de Azevedo Filho Engenheiros Associados, explica que, segundo suas origens, o uso do barramento blindado difundiu-se principalmente na área industrial e depois comercial, atrelado a shopping centers, por exemplo. Conforme Azevedo Filho, uma construção como esta, composta por inúmeras lojas que costumam ter seu layout alterado constantemente, não poderia prescindir do barramento blindado.

Não obstante, segundo o engenheiro, o emprego do barramento blindado tem crescido bastante na parte de distribuição elétrica de edificações, facilitando a vida de empresas que decidem unificar salas para aumentar sua área útil. "O barramento blindado facilita a conexão do medidor com as linhas das salas unificadas, pois permite a derivação através de uma janela de acesso no próprio barramento. Sem ele, seria preciso que o eletricitista pegasse cada cabo manualmente e



fizesse a modificação, o que daria muito mais trabalho”, diz.

O vice-presidente de Comunicação e Recursos Associativos da Associação Brasileira de Engenharia de Sistemas Prediais de Minas Gerais (Abrasi-MG), Breno Assis, explica que o aumento da utilização de barramentos blindados em edificações surge como resposta a uma demanda antiga da área da construção civil que é a de deixar para trás os processos artesanais e caminhar para a industrialização. O sócio proprietário da Thales de Azevedo Filho Engenheiros Associados complementa: “o barramento blindado acena como um passo adiante na pré-fabricação. Com ele, evita-se a confusão do canteiro, a improvisação da obra, que gera um passivo técnico muito grande e também desperdício financeiro”, explica.

Outra razão que pode explicar o uso de barramentos blindados para além de instalações industriais e comerciais é a evolução tecnológica dos materiais que o compõem. O vice-presidente de Comunicação e Recursos Associativos da Abrasi-MG relata que o estudo de novos processos industriais para a montagem desses barramentos, como a busca por materiais isolantes mais eficientes, culminou na compactação cada vez maior desses materiais. Essa compactação, por sua vez, tornou mais fácil a instalação e a manutenção, em suma, o manuseio do barramento blindado. A compactação também foi responsável, segundo Assis, por aumentar o grau de proteção do sistema. “Os barramentos que já foram muito abertos, mais acessíveis, hoje contam com graus de proteção bem maiores, que possibilitam inclusive seu uso até em linhas submersas”, diz.

A descoberta de que o alumínio poderia substituir o cobre na composição dos barramentos sem que ele perdesse suas propriedades condutoras também foi grande impulsionador do sistema. Isto porque o

preço do alumínio é bem menor do que o do cobre. Para se ter uma ideia, após o início da guerra na Ucrânia, que viu os preços das commodities dispararem, a tonelada do alumínio atingiu o preço de 4 mil dólares, enquanto a tonelada do cobre disparou para quase 11 mil dólares. Conforme Azevedo Filho, essa diferença, que é de quase 4 vezes quanto ao material bruto, cai para um terço no que se refere ao material manufaturado, pronto para substituir o cobre com a seção equivalente. “Mesmo assim é um ganho em custo financeiro fantástico”, afirma.

Além de ter um custo menor, o alumínio é mais leve que o cobre, o que facilita sua instalação e suporte. Outra vantagem é que ele é menos oxidável. O fato de ser mais sustentável do que o cobre o torna ainda mais atraente ao mercado, em um período onde a preocupação ambiental é crescente. Segundo Azevedo Filho, a única desvantagem do alumínio em relação ao cobre é que, em contato com o oxigênio, ele gera óxido de alumínio (alumina), que prejudica o contato elétrico. “A indústria, porém, resolveu facilmente este problema ao fabricar os barramentos de alumínio com uma finíssima camada de estanho em sua terminação”, diz.

Conforme o sócio proprietário da Thales de Azevedo Filho Engenheiros Associados, a película de estanho no barramento de alumínio também resolveu uma outra questão que assombrava muitos profissionais da área: a impossibilidade de emendar o alumínio do barramento e o cobre da fiação da edificação, já que, por serem materiais eletroquimicamente distintos, geram uma tensão responsável por uma corrosão galvânica. “O estanho possibilitou a emenda ao ficar como elemento de sacrifício entre o alumínio e cobre”, explica.


Além de estanho, a terminação do barramento de alumínio pode ser cobreada. Essa composição, segundo o engenheiro Breno Assis, permite a superação de outro

obstáculo muito comum na área, que é o fato de os eletricitistas responsáveis pela instalação do equipamento não estarem familiarizados em trabalhar com o material. As soldas e as conexões distintas, o fato de alumínio e cobre juntos poderem causar corrosão no cabo, tudo isso deixava os profissionais inseguros.

O barramento blindado também se torna uma opção interessante porque fios e cabos quando queimam produzem gases tóxicos, os chamados halogênios, os grandes responsáveis pelas vítimas fatais em um incêndio. “No barramento blindado não há estes componentes que liberam halogênio”, diz Azevedo Filho. O equipamento é basicamente composto por barras condutoras acondicionadas em invólucro metálico, que permite ao material condutor uma grande vida útil, com pouca necessidade de manutenção.

As diversas vantagens proporcionadas pelo barramento blindado não significam, porém, que o sistema substituirá os cabos tradicionais de uma vez por todas. Há, por exemplo, tecnologias de cabos que possuem cobertura à base de compostos termoplásticos não halogenados. Ou seja, não é preciso o uso do barramento blindado para evitar a produção de gases tóxicos. Além disso, de acordo com Azevedo Filho, há lugares em que o aspecto modular não é necessário, como, por exemplo, estabelecimentos residenciais. Mesmo quando há, em alguns casos não é viável, por isso, segundo o projetista, é sempre recomendável um estudo econômico antes de decidir por uma ou outra tecnologia.

“Eu não posso dizer se o barramento blindado é melhor do que o fio comum para qualquer situação. Mas o que eu consigo afirmar é que se trata de uma tecnologia mais segura, mais prática e mais barata, em que é possível reduzir em até 80% o uso de mão de obra de montagem”, conclui.

A photograph of two workers at an electrical substation. The worker on the left is a man wearing a blue hard hat, safety glasses, and an orange high-visibility vest over a plaid shirt. The worker on the right is a woman wearing a white hard hat and a light green high-visibility vest over a dark blue shirt. They are both looking down at a tablet computer held by the man. In the background, there are electrical towers and equipment under a clear sky.

Inventário de riscos elétricos segundo a NR 1 e a NR 10

Parte I

As atividades de operação e manutenção das instalações elétricas nos últimos anos têm tido um crescimento acelerado devido à evolução tecnológica, sendo um fator determinante na manutenção do processo produtivo. Ocorre que devido à dificuldade de se trabalhar em circuitos elétricos sem energia elétrica, pessoas e profissionais que realizam atividades em instalações elétricas, por conta de suas características construtivas, bem como os procedimentos operacionais existentes nas empresas, expõem-se diretamente a riscos elétricos e riscos adicionais intrínsecos às atividades em instalações elétricas. Dessa forma, o correto entendimento das premissas estabelecidas pela legislação é condição intrínseca à segurança dos trabalhadores, bem como ao atendimento legal face à responsabilização das empresas e dos profissionais habilitados responsáveis pela autorização desses trabalhadores, especialmente em face do processo em curso pelo Ministério do Trabalho e Previdência de atualização das NR – Normas Regulamentadoras.

Diversas NRs estão sendo atualizadas e, de forma intrínseca, impactarão todos os segmentos produtivos, sendo que neste artigo abordaremos a interface das mesmas com o Fator de Risco Eletricidade, especialmente a NR 1 - Disposições gerais e gerenciamento de riscos ocupacionais.

A NR 1, que dispõe sobre o GRO – Gerenciamento de Riscos Ocupacionais e que entrou em vigor em janeiro de 2022, tem como objetivo estabelecer as disposições gerais, o campo de aplicação, os termos e as definições comuns às Normas Regulamentadoras relativas à segurança e saúde no trabalho, às diretrizes e requisitos para o gerenciamento de riscos ocupacionais e às medidas de prevenção em Segurança e Saúde no Trabalho (SST).

O PGR – Programa de Gerenciamento de Riscos considera a elaboração do Inventário de Riscos Elétricos e Adicionais para os processos de operação e manutenção das instalações elétricas,

sendo que sua interface com a NR 10 é intrínseca, em que as organizações deverão implementar medidas de controle e sistemas preventivos de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores expostos aos perigos decorrentes do emprego da energia elétrica.

ANR10–Segurança em Instalações Serviços em Eletricidade está em fase de atualização e traz propostas significativas de mudanças que exigirão das Organizações novas ações para atendimento aos requisitos técnicos e legais para o processo de operação e manutenção das instalações elétricas nos diversos setores produtivos, e, de forma intrínseca, terá interface com o disposto na NR 1. Ressalta-se que independentemente do processo de atualização, o atendimento à NR 1 ocorrerá atendendo às premissas estabelecidas na legislação vigente.

Para a estruturação do Inventário de Riscos Elétricos no PGR alguns requisitos mínimos ‘de gênero’ devem ser considerados:

- Atendimento à NR 10 e demais NRs e normas técnicas aplicáveis conforme especificidade e hierarquia das mesmas;
- Características físicas das instalações elétricas considerando todos os cenários elétricos existentes observando a especificidade de cada local, especialmente em face das influências externas aplicáveis conforme 10.3.9 da NR 10, considerando o disposto nas ABNT NBR 5410 (baixa tensão) e ABNT NBR 14039 (média tensão);
- Métodos de trabalho: é necessário estratificar todas as atividades desenvolvidas pelos profissionais que interagem com instalações elétricas, avaliando o método de trabalho praticado para que seja possível a elaboração de adequada avaliação dos riscos existentes e medidas de controle aplicadas para subsidiar a correta classificação de riscos;
- Medidas de controle coletivas: é necessário avaliar as medidas de engenharia existentes nas instalações

elétricas, especialmente para proteção ao risco de choque elétrico por contato direto e indireto, arco elétrico, incêndio e explosões;

- Perigos externos: caracterizado na NR 10 como riscos adicionais como sendo todos os demais grupos ou fatores de risco, além dos elétricos específicos de cada ambiente ou processo de trabalho que direta ou indiretamente possam afetar a segurança e a saúde no trabalho;
- Competência de pessoas x medidas de controle: deve ser avaliado o tipo de pessoas expostas ao fator de riscos eletricidade e as medidas de controle aplicáveis a cada grupo de exposição;
- Riscos “dinâmicos” (gestão de mudança): existem riscos elétricos “dinâmicos”, ou seja, a condição de risco avaliada pode mudar repentinamente expondo os trabalhadores a risco grave e iminente e, dessa forma, essa condição deve ser tratada de forma adequada no PGR, sob pena de se obterem definições inadequadas e vulneráveis quanto ao grau de risco existente, especialmente para a exposição ao risco de arco elétrico;
- Eficácia das medidas de controle existentes, especialmente administrativas e da organização: é necessário estratificar corretamente a hierarquia das medidas de controle aplicáveis, evidenciando para cada cenário quais as medidas existentes e, principalmente, para medidas administrativas e da organização são necessárias a estratificação das mesmas e a aplicação correta quanto à real eficácia para controle e classificação do RO, uma vez que predominam Procedimentos de Trabalho “de gênero” que não retratam real condição laboral nas organizações para as atividades de operação e manutenção das instalações elétricas;
- Uso do EPI como medida de controle: obrigatório que seja avaliada a real eficácia dos EPIs para proteção a riscos elétricos, especialmente para arco elétrico, avaliando adequadamente a especificação, a seleção e o uso de vestimentas AR, de forma que

seja possível expressar corretamente o nível de risco a ser classificado considerando essa medida de controle;

- Situações de emergência: necessário avaliar todos os cenários elétricos estratificando as condições existentes para situações de emergência, considerando as influências externas aplicáveis conforme memorial descritivo das instalações elétricas, atendimento aos requisitos das instalações elétricas face ao disposto em normas técnicas, e medidas de controle administrativas e da organização quanto à real eficácia dos procedimentos adotados.

Hierarquia das NRs

A Portaria SIT/MTB Nº 787, de 27 de novembro de 2018, dispõe sobre as regras de aplicação, interpretação e estruturação das normas regulamentadoras e estabelece normas para a consolidação dos atos normativos, em que se destaca a classificação das NRs conforme segue:

CLASSIFICAÇÃO DAS NRs:

- Gerais: são as normas que regulamentam aspectos decorrentes da relação jurídica prevista na Lei sem estarem condicionadas a outros requisitos, como atividades, instalações, equipamentos ou setores e atividades econômicas específicas;

- Especiais: são as normas que regulamentam a execução do trabalho considerando as atividades, instalações ou equipamentos empregados, sem estarem condicionadas a setores ou atividades econômicas específicas;

- Setoriais: são normas que regulamentam a execução do trabalho ou atividades econômicas específicas;

Nota: caso haja conflito aparente entre dispositivos de NR, a solução deverá observar a seguinte regra:

1) NR setorial se sobrepõe à NR especial ou geral;

2) NR especial se sobrepõe à geral.

Assim, é necessário entender e aplicar corretamente o disposto nas NRs quanto

ATENDIMENTO A REQUISITOS LEGAIS

MEDIDAS DE PREVENÇÃO

✓ A organização deve sempre adotar quando:

a) exigências previstas em Normas Regulamentadoras e nos dispositivos legais determinarem;

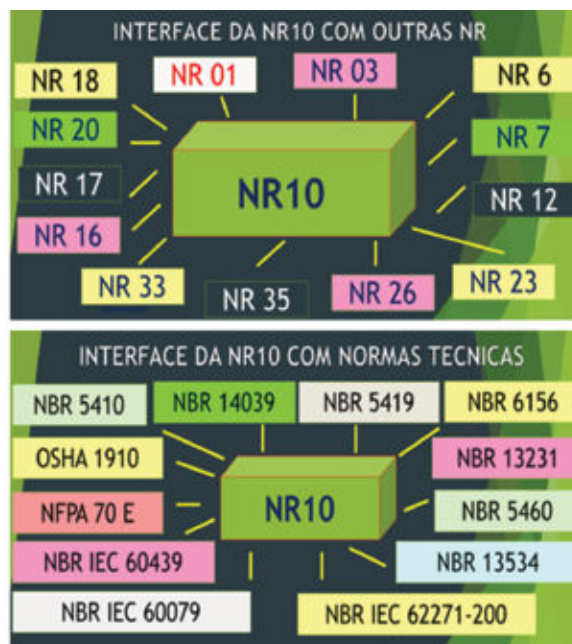


Figura 1 – Atendimento a requisitos legais.

ao fator de risco de eletricidade, uma vez que esse tema tem especificidades nas diversas NRs.

Identificação de perigos

O processo de identificação de perigos deve obrigatoriamente considerar o disposto nas normas regulamentadoras e demais exigências legais de segurança e saúde do trabalho.

Dessa forma, obrigatoriamente deve ser evidenciado como é feito o atendimento à

NR 10 e demais normas aplicáveis, como, por exemplo, mostrado de forma sucinta na Figura 1.

GRO \PGR – Inventário de riscos elétricos

De forma geral, o Inventário de Riscos Elétricos deve considerar no mínimo para exposição ao Fator de Risco Eletricidade os riscos de origem elétrica sendo choque elétrico por contato direto e indireto, arco elétrico, incêndio e explosão, além de riscos adicionais.

GRO – PGR – INVENTARIO DE RISCOS ELETRICOS INTERFACE DA NR10 COM A NR1 – DISPOSICOES GERAIS



Figura 2 - Inventário de Riscos Elétricos – Riscos elétricos e adicionais.

Competência de pessoas x medidas de controle

A avaliação de riscos elétricos deve considerar os tipos de pessoas expostas ao Fator de Risco Eletricidade e as medidas de controle aplicáveis e admissíveis considerando, por exemplo, a influência

externa da competência de pessoas estabelecidas nas normas NBR 5410 (vide FIG 3) e NBR 14039, de forma que seja possível definir em quais condições é admissível a “proteção total” e/ou “proteção parcial”, sendo este um quesito fundamental para a correta classificação de riscos elétricos no PGR.

código	classificação	características	Aplicações e exemplos
BA1	Comuns	Pessoas inadvertidas	
BA2	crianças	Crianças que encontram nos locais que lhes são destinados	Crianças em creche
BA3	Incapacitados	Pessoas que não dispõem de completa capacidade física ou intelectual	Asilos, hospícios, hospitais
BA4	Advertidas	Pessoas suficientemente informadas ou supervisionadas por pessoas qualificadas de modo a lhes permitir evitar os perigos da eletricidade	Locais de serviços elétricos Operadores Mecânicos
BA5	qualificadas	Pessoas que tem conhecimentos técnicos ou experiência suficiente para evitar os perigos da eletricidade	Locais de serviços elétricos fechados Engenheiros Técnicos

Figura 3 - Competência de pessoas - ABNT NBR 5410 (baixa tensão).

A Proteção Total é utilizada para designar medidas de proteção contra choque elétrico por contato direto, sendo que a proteção é garantida pela característica construtiva da instalação. Por si só, essas medidas são suficientes para garantir a proteção das pessoas contra o contato acidental a partes vivas da instalação elétrica. Esse tipo de proteção é obrigatório para pessoas BA1, seja em baixa tensão, seja em média/alta tensão.

Para pessoas advertidas – BA4, advertidos e profissionais BA5, Qualificados, que segundo a NR 10 poderão ser autorizados a executarem atividades em instalações elétricas, sejam eles habilitados, qualificados ou capacitados (considerando-se as demais premissas estabelecidas pela NR 10, especialmente limite de abrangência e condições impeditivas), pode ser admitida a Proteção Parcial. Esse tipo de proteção



Soluções para Linhas de Transmissão e Subestações de Energia.

Fale com um Especialista:



- Torres Treliçadas
- Postes Metálicos para Linhas de Transmissão e Distribuição
- Colunas, Vigas e Suportes para Subestação de Energia

Com **galvanização própria** e **mais de 45 anos** de existência, a Brametal é **líder nas Américas** no fornecimento de estruturas metálicas, confira nossas soluções!

é caracterizado por medidas que não são suficientes por si só para garantir a proteção das pessoas para possíveis contatos acidentais com partes vivas das instalações elétricas, necessitando, como premissa de utilização, do conhecimento ou informação das pessoas a serem protegidas. Assim, a aplicação destas medidas tem como condição intrínseca a adoção de medidas de controle específicas e o conhecimento das pessoas expostas, sendo que somente podem ser aplicadas a pessoas BA4 e/ou BA5 em condições específicas.

Avaliação dos cenários elétricos

“Obrigatoriamente” devem ser avaliados todos os cenários elétricos existentes considerando-se minimamente as características construtivas das instalações elétricas e suas especificidades, métodos de trabalho, medidas de controle, riscos adicionais, situações de emergência, etc., sendo que dentro de uma mesma organização existem variações significativas a serem consideradas na classificação de risco. A Figura 4 exemplifica alguns cenários elétricos.



Figura 4 – Exemplos de cenários elétricos.



Figura 5 – Exemplo de cenários com riscos adicionais intrínsecos.

Identificação de perigos externos

É obrigatória, conforme a NR 1, a avaliação de perigos externos, sendo que, para alguns segmentos produtivos e atividades, a exposição a riscos adicionais preconizados na NR 10 é condição intrínseca e necessita ser avaliada com muito critério, haja vista a possibilidade de situações de grave e iminente risco face às características dos locais de trabalho e cenários elétricos, por exemplo, atividades em redes de distribuição de energia elétrica e/ou manutenção de redes telefônicas - vide Figura 5.



Figura 6 – Operação de circuitos elétricos de comando EBT\ BT.

Operações elementares em BT conforme a NR 10

De um modo prático, o termo “atividades elementares” é apropriado para descrever pessoas que cotidianamente efetuam a ação de ligar e desligar dispositivos de “liga-desliga” de equipamentos ou circuitos elétricos específicos que não devem oferecer risco aos usuários, como, por exemplo, “ligar-desligar” equipamentos elétricos e iluminação em residências. Ocorre que também em indústrias temos profissionais que, em suas atividades habituais, acionam dispositivos de manobra, inserem plugues em tomadas, entre outras atividades consideradas “extremamente simples”, que, por exigência da norma, devem ser realizadas sem que haja qualquer interação direta na instalação elétrica propriamente dita, mesmo estando presumidamente energizada.

Ressalta-se que, para se classificar equipamentos elétricos “adequados para operação” como sendo apropriados para a função a que se destinam montados de forma adequada, deve-se estar em conformidade com as normas técnicas aplicáveis, fornecido com as especificações de projeto de forma a ser utilizado com segurança, como mostra a Figura 6.

Ressalta-se a aplicação desse item no cotidiano de pessoas Ba1-comuns que realizam atividades habituais de liga-desliga de circuitos elétrico no uso da energia elétrica, entretanto, a relevância desse item está na sua abrangência, visto que muitos profissionais de “forma errônea” querem caracterizar como “operações elementares” as atividades de operação de circuitos elétricos de BT de acionamento de máquinas e/ou equipamentos que não propiciam a devida segurança aos profissionais que realizam essas atividades, normalmente, operadores de processos industriais, sendo que para

TABELA 1

DESCRIÇÃO	NORMA TÉCNICA REFERÊNCIA
Condições dos equipamentos envolvidos	NBR 5410
Equipamentos nas condições de operação	NBR 5410
Proteção contra choque elétricos	NBR 5410
Proteção contra efeitos térmicos	NBR 5410
Proteção contra efeitos oriundos de arco elétrico	NFPA 70E

uma operação em âmbito industrial ser caracterizada como operação elementar”, minimamente, a instalação elétrica deve ser projetada e construída garantindo proteção a riscos elétricos intrínsecos de choque elétrico por contato direto e indireto e arco elétrico, em atendimento à NR 10 e NR 12, o que normalmente não ocorre.

Assim, a caracterização do grau de risco para essas atividades requer conhecimento técnico específico sobre as premissas estabelecidas na ABNT NBR 5410, ou seja, é necessário que “atendam às prescrições estabelecidas por normas técnicas aplicáveis”, sob pena de adotar equipamentos elétricos inadequados, expondo os trabalhadores a riscos elétricos, principalmente arco elétrico, mesmo em “atividades elementares” que são realizadas de forma inadequada devido à falta de critérios técnicos na definição desse termo, seja na NR 10, seja em normas técnicas.

As operações elementares em baixa tensão serão classificadas como tal, desde que os equipamentos elétricos atendam obrigatoriamente aos seguintes critérios:

- Princípio fundamental de proteção contra choque elétrico (Proteção contra contatos diretos e indiretos);
- Risco de arco elétrico;
- Risco de fogo de origem elétrica.

Considerações sobre operação elementar

A definição de operação elementar não

é totalmente descrita na NR10, bem como em normas técnicas existentes, assim, por analogia e usando como referência os tópicos da NFPA 70E – 2018 e das normas de fornecimento de energia elétrica pela Aneel (Resolução 414), entende-se que a “operação elementar” definida na NR 10 só se caracteriza se todos os fatores da tabela 1 forem atendidos.

A correta elaboração do Inventário de Perigos e Riscos Elétricos é um grande desafio, uma vez que, por falta de conhecimento e diversos interesses, esse processo está sendo banalizado e, dessa forma, não propiciará o resultado almejado no objetivo preconizado na NR 1 e NR 10, ou seja, a efetiva proteção dos profissionais e pessoas expostas ao Fator de Risco Eletricidade.

Assim, neste artigo foram apresentadas premissas mínimas necessárias para subsidiar a correta elaboração do PGR. No próximo artigo continuaremos com a abordagem sobre os requisitos necessários para estruturação do Inventário de Perigos e Riscos Elétricos da NR 1.

**Aguinaldo Bizzo de Almeida é engenheiro eletricitista e de Segurança do Trabalho. É membro do GT\ GTT - Laboração da NR 10 (vigente). É inspetor de conformidade e ensaios elétricos da ABNT NBR 5410 (baixa tensão) e ABNT NBR 14039 (média tensão). Conselheiro do CREA SP – Câmara Especializada de Engenharia Elétrica, atua ainda como diretor da DPST - Desenvolvimento e Planejamento em Segurança do Trabalho e da B&T - Ensaios Elétricos*

Campanhas de sondagens geofísicas para projetos de aterramento de UFV

Usinas fotovoltaicas são plantas de geração de energia de grande área, com sistemas de aterramento de dimensões que vão de centenas de metros a alguns quilômetros de extensão. Estes grandes sistemas de aterramento abrangem volumes de solo de mesma proporção, com dimensões quilométricas, tanto em superfície como em profundidade.

A profundidade do solo relevante para a definição do desempenho elétrico de um eletrodo de aterramento e, portanto, do modelo geoeletrico mais adequado, é função das dimensões do eletrodo e das resistividades das camadas de subsuperfície. O item 4.3.2 da ABNT NBR 7117-1:2020 - Parâmetros do solo para projetos de aterramentos elétricos - Parte 1 - Medição da resistividade e modelagem geoeletrica deixa muito claro o conceito de que a resistência do eletrodo depende não somente das camadas rasas do solo, mas também das camadas profundas, abrangendo profundidades que são dependentes das dimensões da malha de aterramento.

A norma IEEE Std 2778:2020 - Guide for solar power plant grounding for personnel protection foca o projeto do sistema de aterramento de UFVs de grande porte (> 5 MW). O Item 5.1 desta norma estabelece que UFVs de grande porte demandam modelos e solos mais complexos e profundos do que aqueles que são adequados para subestações ou plantas de menor porte. A

área a ser amostrada em uma campanha de sondagens geoeletricas é extensa, demandando um universo mais amplo de estações de medição para uma boa caracterização, e procedimentos específicos de processamento dos resultados destas medições. Para a obtenção de informações suficientes para a avaliação do desempenho de um sistema de aterramento deste porte é necessário coletar uma quantidade significativa de dados de resistividade do solo em toda a área da UFV antes da construção.

O item 5.1.1 da IEEE Std 2778:2020 sugere que as Sondagens Elétricas Verticais (SEV) para o projeto de uma UFV de grande porte sejam feitas segundo uma matriz da ordem de 500 m x 500 m, conforme a Figura 1. Esta norma sugere ainda que estas sondagens tenham espaçamentos de até 75 m, o que significa uma abertura AB da ordem de 225 m (considerando que se trata de arranjo de medição Wenner). Uma matriz de sondagens geoeletricas da ordem de 500 m x 500 m tem dimensão da ordem de grandeza de um setor de uma UFV (grupo de arranjos fotovoltaicos que atende um mesmo eletrocentro).

Para a determinação do número e localização das linhas de medição (SEV) para uma UFV de grande porte sugere-se tomar como referência a locação dos eletrocentros, que usualmente aproxima o padrão recomendado pela IEEE Std 2778:2020, podendo ser previstas linhas de

medição alternadamente verticais (Norte-Sul) e horizontais (Leste-Oeste), conforme ilustrado na Figura 2.

A região Nordeste possui clima semiárido e a caatinga como vegetação. Essa região possui solos com camadas superficiais de elevados valores de resistividade elétrica e com camadas mais profundas onde é possível encontrar água salobra, condição já constatada em diversos projetos realizados na região. Verifica-se, portanto, a importância de se realizar sondagens profundas (o que significa grande abertura de medição em superfície), que sejam capazes de atingir as camadas de solo saturado de água salobra, que apresentam baixas resistividades.

Conforme o item B.2.4 da NBR 7117-1:2020, o resistímetro DC é o equipamento mais apropriado para a execução de SEVs em UFV de grande porte, realizadas em solos superficiais ressecados e de alta resistividade, e que demandam grandes aberturas em superfície, de modo a prospectar camadas mais profundas do solo. O resistímetro apresenta algumas importantes virtudes:

- Opera com corrente contínua, que penetra mais profundamente no solo do que a corrente alternada, evitando o efeito pelicular, permitindo, assim, a prospecção de camadas mais profundas do solo;
- Tem potência elevada, viabilizando a injeção de correntes de medição que, de maneira geral, resultam em valores medidos de ΔV com boa relação sinal/ruído e dentro da sensibilidade do circuito voltimétrico.

A abertura dos eletrodos de medição do equipamento deve ser grande o suficiente para enxergar as camadas mais profundas do solo e evitar que sejam elaborados projetos baseados nas camadas rasas com resistividades elevadas.

Para usinas de grande porte na Região Nordeste, considerando o arranjo de Wenner, sugere-se que os quatro eletrodos sejam deslocados conforme os espaçamentos de 1 m, 2 m, 4 m, 8 m, 16 m, 32 m, 64 m e 128 m.

Nota: o resistímetro é um equipamento mais complexo do que um terrômetro. Por este motivo exige uma equipe de campo mais qualificada e bem treinada, que saiba mais do que “a receita do bolo”, que tenha condições de avaliar a qualidade das medições realizadas e de tomar decisões que visam a obtenção de resultados mais

compatíveis com a geologia local.

REFERÊNCIAS

[1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7117-1:2020: Parâmetros do solo para projetos de aterramentos elétricos. Parte 1 - Medição da resistividade e modelagem geoeletrica.

[2] INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS, IEEE Std 2778/2020: Guide for solar power plant grounding for personnel protection.

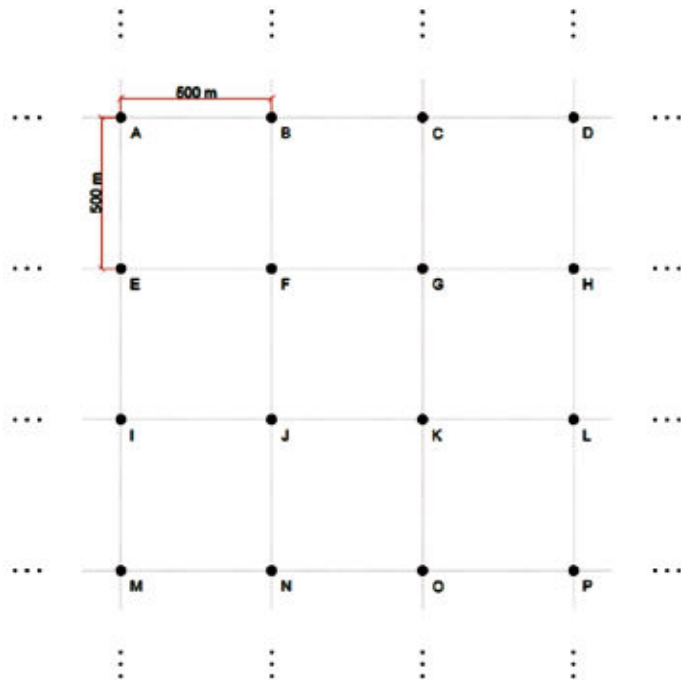


Figura 1 - Croqui de uma campanha de sondagens geoeletricas segundo um padrão matricial 500 m x 500 m (SEVs A, B, C etc.).

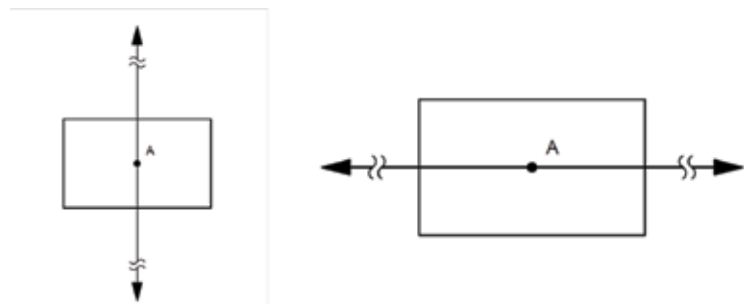


Figura 2 - Sondagens geoeletricas com linhas de medição no sentido Norte-Sul e Leste-Oeste.

Instabilidades harmônicas: um fenômeno cada dia mais presente na rede elétrica

Os conversores de potência modernos, amplamente utilizados nos mais diversos níveis dos sistemas elétricos de potência, diferem bastante daqueles emergentes da década de 1980. Com o avanço da tecnologia dos semicondutores, eles se tornaram mais sofisticados e complexos. As topologias atuais são comumente equipadas com um sistema de controle em escalas de tempo múltiplas para regular a tensão no elo de corrente contínua, bem como controlar as correntes e as potências despachadas e/ou absorvidas da rede de conexão [1]. A ampla margem de controle dinâmico desses dispositivos pode resultar em acoplamentos cruzados, tanto com a dinâmica eletromecânica das máquinas elétricas rotativas, quanto com os eventos transitórios eletromagnéticos das redes elétricas, o que pode, por sua vez, vir a causar oscilações em uma ampla faixa de frequências [2].

Na atualidade, um salto relativamente alto na utilização destes conversores tem sido verificado, devido, sobretudo, ao exponencial aumento de inserção de geração de fontes eólicas e solares. Neste contexto, e tendo em vista a problemática ora relatada, percebe-se um crescente interesse na identificação de causas de harmônicos não-característicos, supra-harmônicos e ressonâncias em sistemas elétricos de potência. Tais investigações encontram-se no âmbito de pesquisas relacionadas com as chamadas instabilidades harmônicas ou instabilidades ressonantes, as quais são o

foco principal deste artigo.

O assunto da instabilidade harmônica surgiu por volta de 1960 com o comissionamento do primeiro elo de transmissão em corrente contínua, o qual conectaria a Suécia à ilha de Gotland para exploração mineral [3]. Este sistema foi projetado utilizando a estratégia LCC – Line-Commutated Converters, ou seja, comutação natural dos conversores. Como o sistema conectava uma rede de baixo nível de curto-circuito, os ângulos de disparo dos tiristores possuíam determinada assimetria, gerando distorções harmônicas tidas como não-características, o que provocou uma malha de realimentação positiva com a corrente da rede, levando o sistema à chamada instabilidade harmônica [4].

Na atualidade, os conversores autocomutáveis do tipo fonte de tensão (VSC – Voltage Source Converter) são os mais empregados no mercado. Nestes sistemas, a instabilidade harmônica surge devido à dinâmica operativa do controle multiple time scale dos VSCs. A ressonância harmônica pode desestabilizar os conversores conectados à rede devido à não-passividade destes, segundo o critério da passividade destacado em [5].

Já são diversas as evidências de ocorrência desse tipo de fenômeno no Brasil e no mundo. Dentre as instalações elétricas em que este fenômeno pode ocorrer, um destaque especial pode ser dado para os seguintes sistemas: parques eólicos onshore e offshore, usinas fotovoltaicas, trens de



alta velocidade, microrredes isoladas e de aeronaves. Tem-se, na sequência, alguns exemplos gráficos resultantes da observação deste fenômeno.

Os maiores desafios, no que tange à temática, estão relacionados à realização de medições específicas, identificação das causas, modelagem do problema e análise do fenômeno. Neste ínterim, as brochuras técnicas IEC 61000-4-30 e IEC 61000-4-7 trazem estratégias de medição de harmônicos e inter-harmônicos, além de fornecerem guia de instrumentação. A análise do distúrbio também deve contemplar uma averiguação dos controladores dos inversores, objetivando-se, assim, checar as bandas de ajuste de modo a mitigar

possíveis instabilidades. Um elevado grau de instabilidade pode causar reset de conversores e, até mesmo, queima de equipamentos de operação e controle.

Diante deste fenômeno em específico e tendo em vista o crescimento da inserção de conversores nos sistemas elétricos de potência, fica evidente a necessidade de se aumentar as investigações relacionadas ao fenômeno da instabilidade harmônica, tanto no âmbito dos fabricantes e da comunidade científica, quanto no âmbito de agentes do setor elétrico.

Referências:

[1] X. Wang, Y. W. Li, F. Blaabjerg, and P. C.

Loh, "Virtual-Impedance-Based Control for Voltage-Source and Current-Source Converters," *IEEE Trans. Power Electron.*, vol. 30, no. 12, pp. 7019–7037, 2015, doi: 10.1109/TPEL.2014.2382565.

[2] X. Wang and F. Blaabjerg, "Harmonic Stability in Power Electronic-Based Power Systems: Concept, Modeling, and Analysis," *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. 10, no. 3, pp. 2858–2870, 2019, doi: 10.1109/TSG.2018.2812712.

[3] X. Lin et al., "Impact of Characteristic Harmonics on the Small-Signal Stability of LCC-HVDC Station," in *2020 4th International Conference on HVDC (HVDC)*, 2020, pp. 705–711, doi: 10.1109/HVDC50696.2020.9292813.

[4] W. Cao, D. Fan, K. Liu, J. Zhao, L. Ruan, and X. Wu, "Harmonic Stability Assessment based on Global Admittance for Multi-Paralleled Grid-Connected VSIs using Modified Nyquist Criterion," *2018 Int. Power Electron. Conf. IPEC-Niigata - ECCE Asia 2018*, pp. 3015–3019, 2018, doi: 10.23919/IPEC.2018.8507463.

[5] L. Harnefors, L. Zhang, and M. Bongiorno, "Frequency-domain passivity-based current controller design," *IET Power Electronics*, vol. 9, no. 3, p. 1254–1261, 2014.

[6] Positive-Net-Damping Stability Criterion in Grid-Connected VSC Systems, L. Sainz et al, 2020.

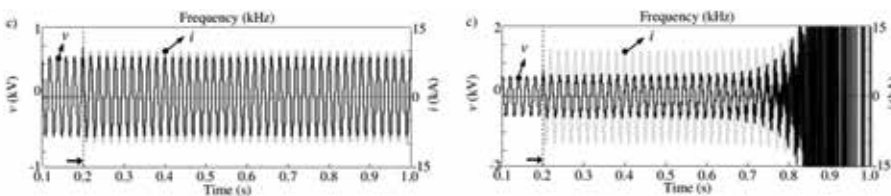


Figura 1 – Instabilidade harmônica em sistema eólico offshore [6].

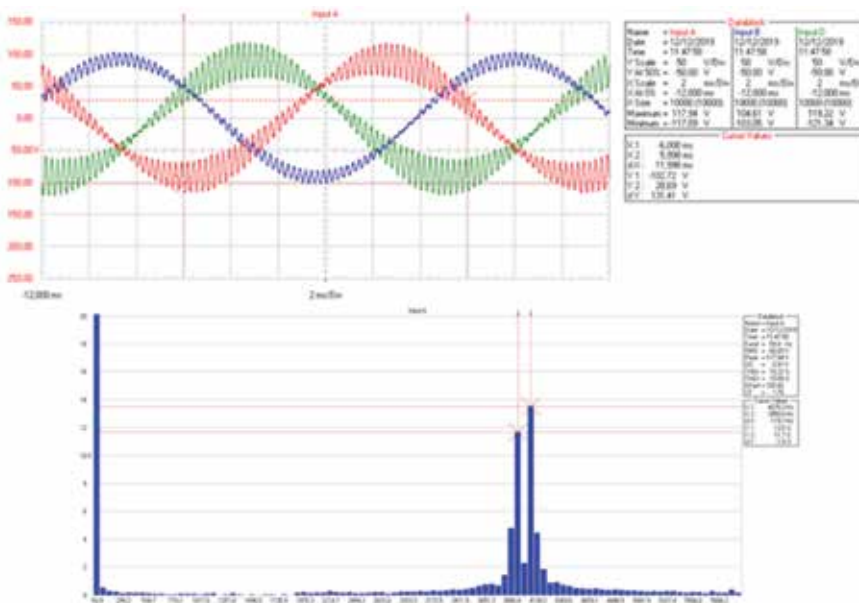


Figura 2 – Instabilidade harmônica entre inversores em uma rede elétrica de média tensão de um parque eólico brasileiro.

*Giordanni da Silva Troncha é engenheiro analista de regulação técnica e comercial na CEEE-D | Equatorial Energia (RS) e doutorando pelo Núcleo de Qualidade da Energia Elétrica (NQEE) – www.nqee.com.br

Ivan Nunes Santos é professor-pesquisador na Faculdade de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Uberlândia (FEELT/UFU) e coordenador do Núcleo de Qualidade da Energia Elétrica (NQEE) – www.nqee.com.br
Arthur F. Bonelli é diretor administrativo da Sociedade Brasileira de Qualidade da Energia Elétrica (SBQEE) e engenheiro eletricista em Furnas Centrais Elétricas - Eletrobras.



Setor elétrico: tendências e oportunidades globais

A sociedade, por motivos forçados, se acostumou ao mundo virtual. Praticamente, todos os ramos de negócios tiveram que se adaptar “ao negócio virtual” para sobreviverem. Esta é uma experiência que veio para ficar, mesmo após a chegada do novo normal.

Essas transformações estão requerendo a adoção de medidas simples e efetivas para o setor empresarial, tais como as elencadas abaixo:

- Preparação adequada das equipes de trabalho para fazer face aos serviços necessários para operacionalização das atividades empresariais por meio do desenvolvimento de programas de treinamento, de preferência via web, motivados pela virtualização dos negócios e das atividades;
- Implementação de sistemas de gestão empresarial para automação dessas atividades no mundo virtual;
- Implementação de planejamento estratégico aplicado a cada negócio, com o apoio de consultores especializados para desenvolvimento da parte estratégica e da elaboração dos planos de ações com a participação efetiva de dirigentes e colaboradores.

OPORTUNIDADES PARA O SETOR ELÉTRICO

A presença de grandes grupos empresariais no setor elétrico brasileiro, sejam nacionais, sejam internacionais, é uma oportunidade para a diversificação e aumento do potencial de recursos para investimento na expansão do sistema elétrico visando ao atendimento pleno da demanda de energia elétrica, que é de fundamental importância para o desenvolvimento do País.

Uma tendência natural será a expansão das fontes renováveis eólica e solar pelas condições extremamente favoráveis existentes no Brasil. O país tem o maior fator de capacidade de geração eólica do mundo com 42%. Isto é uma consequência das características dos ventos nos seus sites principais que apresentam uma variabilidade regular, particularmente na região Nordeste, que isoladamente tem um fator de capacidade de 45%.

A geração eólica é hoje extremamente importante para o atendimento energético do Nordeste, de tal forma que atendeu 37%, 43%, 50%, 51% e 56% da demanda global de energia elétrica da região Nordeste em 2017, 2018, 2019, 2020 e 2021, respectivamente.

A radiação solar na região semiárida do Brasil atinge 6.250 Wh/m².dia e está presente durante todo o ano nesta região do Brasil. A geração solar está crescendo lentamente na região Nordeste do Brasil, de tal forma que atendeu 1%, 2%, 3%, 4% e 4% da demanda global de energia elétrica da região Nordeste em 2017, 2018, 2019, 2020 e 2021, respectivamente. Este crescimento deverá ser mais significativo com a expansão da geração solar distribuída instalada diretamente pelos consumidores finais.

É importante destacar a complementaridade existente entre a geração eólica e a geração solar na região Nordeste, de tal modo que a geração eólica apresenta valores mais elevados no período da madrugada e noite e valores mais reduzidos de 12h às 18h, enquanto a geração solar só apresenta valores de geração durante o período de sol, de 6h às 18h. Dessa forma, há uma forte complementaridade no período de 7h às 18h entre essas gerações.

Deve ser dado destaque especial que o mercado de renováveis gerou mais de 500 mil postos de trabalho no mundo e o Brasil é o segundo maior empregador, atrás apenas da China. Conforme artigo publicado pelo Rodrigo Caetano, “o mercado de energias renováveis registrou, em 2019, 11,5 milhões de empregos no mundo, segundo a Agência Internacional de Energia Renovável (IRENA). O setor avançou em relação a 2018, quando foram registrados 11 milhões de postos de trabalho. A China concentra a maior parte dos empregos, sendo responsável por 1 em cada 4 vagas. O Brasil é o segundo país que mais gera empregos no segmento, com 1,158 milhão de trabalhadores empregados, à frente da Índia e dos Estados Unidos”.

Outro ponto muito importante a destacar é que as fontes renováveis trazem desenvolvimento econômico local, com as seguintes vantagens: os parques eólicos e solares podem fornecer um fluxo financeiro estável para os investidores nestas centrais; idem para os proprietários locais que alugam os seus terrenos para a implantação das turbinas eólicas; aumento das receitas fiscais das propriedades para as comunidades locais, promovendo geração de emprego e renda, sobretudo nos países em desenvolvimento. Definitivamente, as fontes renováveis trazem melhoria de vida para as comunidades locais.

**Saulo José Nascimento Cisneiros é engenheiro eletricista, com mestrado em engenharia de sistemas de potência. Atualmente, é sócio-diretor da empresa SJNC – Consultoria e Engenharia de Energia Ltda, “Distinguished Member” do CIGRE, sócio honorário e presidente do CIGRE-Brasil.*

PREVENÇÃO DE ACIDENTES, SEGURANÇA E CONFIANÇA "Ex"

AUTOMAÇÃO E INSTRUMENTAÇÃO DO SISTEMA
ELÉTRICO PARA ÁREAS CLASSIFICADAS

Montagem totalmente
customizada: painéis de
iluminação, acionamento de
equipamentos, entre outros.

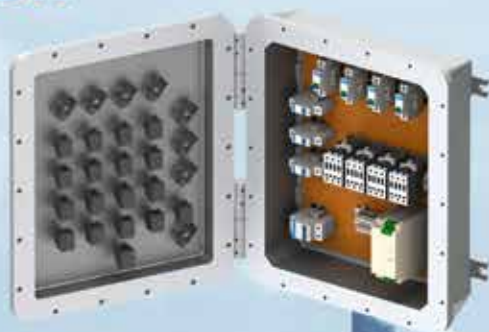
Fundido em liga de alumínio, com chassis de
montagem na cor laranja.

Marcação: Ex db IIB T3...6 Gb | Ex tb IIIC
T200...T85 °C Db IP66W

Normas: ABNT NBR IEC 60079-0 | ABNT NBR IEC
60079-1 | ABNT NBR IEC 60079-31 | ABNT NBR IEC
60529

Certificação conforme portaria Inmetro nº 179

PAINEL Ex-d CBX



Consulte nosso time de técnicos e engenheiros para que
apresente a solução em automação e instrumentação mais
indicada para sua necessidade: vendas@blinda.com.br



Jobson Modena é engenheiro eletricista, membro do Comitê Brasileiro de Eletricidade (Cobei), CB-3 da ABNT, onde participa atualmente como coordenador da comissão revisora da norma de proteção contra descargas atmosféricas (ABNT NBR 5419). É diretor da Guismo Engenharia | www.guismo.com.br



Considerações sobre o subsistema de captação

A ABNT NBR 5419, no seu item 5.2.1, mostra que a probabilidade de penetração de um raio na estrutura quando há subsistema de captação é consideravelmente limitada em função das medidas de proteção instaladas nesse subsistema em função do nível de proteção adotado.

O subsistema de captação pode ser composto pelo uso individual ou combinado de elementos verticais (mastros, hastes, etc.), condutores suspensos formando catenária ou condutores em malha.

O posicionamento desses elementos deve seguir um dos métodos de cálculo (do ângulo de proteção, da esfera rolante ou das malhas) apresentados em 5.2.2, 5.2.3 e Anexo A da ABNT NBR 5419. Estes métodos tomam em seu cálculo e consideram apenas a parte física dos elementos.

Dessa forma, após a utilização do método do ângulo de proteção, do método da esfera rolante, do método das malhas, ou ainda de uma associação entre eles, inicia-se o posicionamento dos elementos captadores nos cantos e na periferia superior da estrutura, terminando a distribuição pelo restante

da cobertura de forma a manter toda a estrutura dentro do volume de proteção gerado.

Há ainda uma divisão de aplicação que a prática ensina, sendo que o posicionamento pelo método das malhas tende a ser menos custoso e de mais fácil instalação em estruturas horizontais e planas e o método da esfera rolante em estruturas cujas coberturas são irregulares. Já a utilização do método do ângulo de proteção aparece na proteção de pequenas estruturas (guaritas, antenas sobre prédios etc.).

São exigências da ABNT NBR 5419 a aplicação dos valores da tabela 6 da parte 3 quando a captação utilizar elementos não naturais e a aplicação das “três regras de ouro” (continuidade elétrica, fixação definitiva e dimensão dos materiais segundo tabela 3 da parte 3) quando a captação utilizar elementos naturais. Lembrando que elemento natural é definido como todo elemento existente na instalação que não tenha sido originalmente instalado como SPDA, mas que, por suas características, cumpra essa função.

SISTEMA DE PÁRA RAIOS
PREDIAIS
SISTEMA COMPLETO

CAPTORES TIPO FRANKLIN

CONDUTORES DE ALUMÍNIO

SUPORTE DE USO GERAL

SUPORTE PARA TELHA DE CERÂMICA

SINALIZADORES

ATERRAMENTO

PARATEC
A SOLUÇÃO QUE PROTEGE

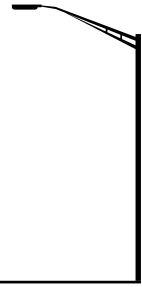
A SOLUÇÃO QUE PROTEGE

Tel.: (011) 3641-9063
vendas@paratec.com.br

Dúvidas acesse o Site
www.paratec.com.br



Luciano Haas Rosito é engenheiro eletricista, diretor comercial da Tecnowatt e coordenador da Comissão de Estudos CE: 03:034:03 – Luminárias e acessórios da ABNT/Cobei. É professor das disciplinas de Iluminação de exteriores e Projeto de iluminação de exteriores do IPOG, e palestrante em seminários e eventos na área de iluminação e eficiência energética. | lrosito@tecnowatt.com.br



Iluminação pública: digitalização na iluminação

Dando sequência nesta série de artigos sobre o tema iluminação, já nos primeiros meses de 2022 iremos tratar do tema que vem ganhando força ao longo dos últimos anos e se consolidando como uma realidade a ser trabalhada cada vez mais em todos os processos e serviços de iluminação: a digitalização.

O tema não é novo, mas merece uma análise e reflexões no contexto atual, onde qualquer atividade, seja a revisão de um processo, seja um novo serviço deve ser pensado em termos de uma nova realidade onde o digital está cada vez mais presente e vem ampliando sua participação na vida de todos nós.

Em termos de projetos luminotécnicos, há muito tempo, utilizamos ferramentas digitais, mas, nos últimos anos, estamos observando cada vez mais uma integração entre os arquivos utilizados entre os diversos softwares de cálculo luminotécnico, bem como a compatibilização entre ferramentas utilizadas. O uso do BIM (Building Information Model), que, em português pode ser traduzido para “Modelo de Informação da Construção”, vem dando mais consistência nas informações e ajudando no desenvolvimento de projeto de iluminação integrada e com maior qualidade. O projeto deve ser pensado de forma que a iluminação faça parte do contexto completo e mais complexo

da área a ser iluminada e do ambiente como um todo, e que ao longo do tempo sejam mantidas suas características e sua eficiência, fazendo parte deste ecossistema de projeto e inovação constante, inserindo a iluminação no mundo da internet das coisas e de outras evoluções que certamente ocorrerão em um futuro próximo.

Nos investimentos públicos, por meio dos contratos com empresas privadas com o avanço das PPPs (Parcerias Público-Privadas), é possível observar a evolução nos contratos e as ferramentas disponibilizadas à população para entrar em contato com a concessionária de IP, realizando rapidamente um contato, abrindo um “chamado” para um reparo ou comunicação diversa. Isso tem gerado rápido atendimento e retorno satisfatório, justificando os investimentos realizados, pagos pela população. Em temas amplamente debatidos como a geração de serviços e receitas acessórias nas PPPs, o mundo digital tem parte fundamental para que isto possa se transformar em realidade. No tema, precisamos tornar prática a aplicação da luz digital nas no desenvolvimento das cidades inteligentes, deixando de ser uma promessa para termos resultados práticos. Utilizar um sistema de telegestão, por exemplo, para obter

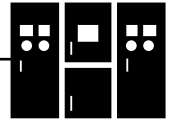
benefícios da “luz com emissão contínua de fluxo luminoso ao longo do tempo” significa vencer a barreira técnica da depreciação dos equipamentos, com a aplicação de um controle inteligente que gera resultados desde o primeiro dia de utilização. Utilizar este mesmo sistema de telegestão para ampliar a disponibilidade de luz durante certos eventos também contribui para as práticas da transformação digital

Em áreas privadas a experiência com a luz também vem se aprimorando e os ambientes cada vez mais têm se utilizado destas ferramentas, dos sistemas de controle e de uma ação integrada nos ambientes internos para controle digital da luz e do consumo eficiente de energia elétrica. A medição e controle destes parâmetros fazem parte de um sistema integrado de controle, permitindo uma maior segurança dos investimentos e utilização das mais novas tecnologias.

A criação de plataformas que podem ter diversos desenvolvimentos por diversas empresas em um ambiente multitecnológico e multiconectado pode parecer um sonho um pouco distante, mas dependerá do entendimento e esforço dos desenvolvedores do mercado de iluminação para que todos possamos nos beneficiar da luz digital integrada.



Nunziante Graziano é engenheiro eletricista, mestre em energia, redes e equipamentos pelo Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (IEE/USP), Doutor em Business Administration pela Florida Christian University, Conselheiro do CREASP, membro da Câmara Especializada de Engenharia Elétrica do CREASP e diretor da Gimi Pogliano Blindosbarra Barramentos Blindados e da GIMI Quadros elétricos | nunziante@gimipogliano.com.br



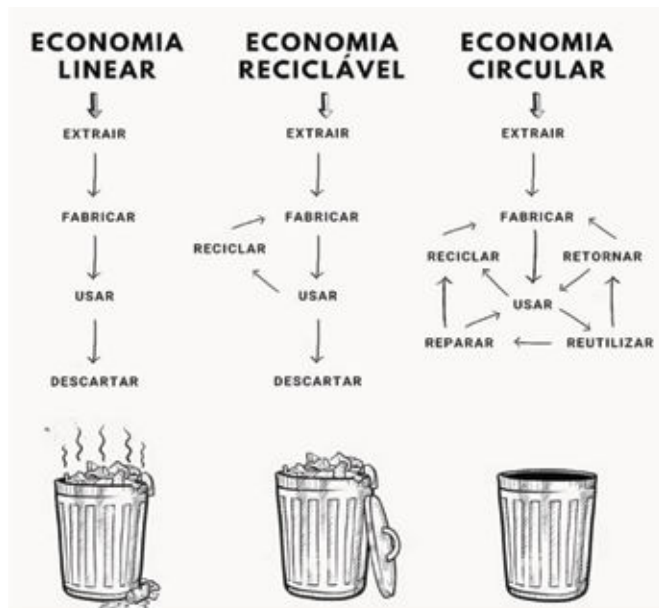
É possível aplicar economia circular aos equipamentos elétricos?

Parte I - Conceitos

Com todos os esforços mundiais para gestão de crises, em especial a mais atual, a da Ucrânia, que sucede a pandemia do SARS-COVID, fica muito em evidência a importância dos conceitos modernos de gestão com foco em meio ambiente, sustentabilidade e governança corporativa, a famosa sigla em inglês, ESG.

Há quem pense que é impossível construir um mundo sustentável e ter bons resultados financeiros em uma empresa. Engana-se, pois! Ter responsabilidade positiva com o meio ambiente, ter responsabilidade social e adotar melhores práticas de governança corporativa são, na verdade, fatores que ajudam no balanço das empresas e, sobretudo, na forma como enxergam e gerenciam os riscos associados aos seus negócios. Estudos mostram que empresas que buscam aprimorar suas práticas ambientais, sociais e de governança obtêm muitos impactos positivos, como maior lucratividade e aumento de seu valor de mercado em longo prazo.

Uma das principais estratégias associadas às melhores práticas ESG é enquadrar o negócio dentro dos conceitos de “economia circular”. Para entendermos melhor a origem da expressão, precisamos estudar os tipos de economia que podemos escolher: linear, reciclável ou circular. Veja as representações:



A economia linear, base do século XX, é ancorada na sequência: extração de recursos naturais, manufatura, uso pelo ciclo de vida planejado para o produto e, finalmente, a destinação como resíduo ou “sucata inservível”.

A economia reciclável, base do final do século XX e motivada pelos altos custos de obtenção e extração de recursos naturais, é baseada na sequência: extração de recursos naturais, manufatura, uso pelo ciclo de vida planejado para o produto, destinação para desmontagem e reciclagem de partes ou materiais e, finalmente, a destinação como resíduo para aterros ou gerenciamento de resíduos sólidos.

A economia circular baseia-se na ideia de Kenneth Boulding (economista norte-americano nascido na Inglaterra) de que a Terra deve ser vista como uma nave espacial, ou seja, “sem lixeira”, mas cuja principal medida do sucesso da economia não é a produção nem o consumo, mas a natureza, o prolongamento da qualidade e da complexidade do total do estoque de capital” (1966:9). É necessário para tal entender que a economia é próspera quando materiais circulam de forma inteligente e são produzidos de maneira que tenham um impacto positivo para as pessoas e para o planeta, sendo possível fazer com que o “desperdício”, refugo, sucata, descarte ou qualquer recurso não utilizado em um sistema, seja o “alimento”, matéria-prima, insumo, mistura ou componente inicial para outro sistema produtivo, inexistindo então, o desperdício.

Dessa forma, é possível afirmar que a economia circular é baseada em três princípios: eliminar resíduos e poluição desde o princípio, manter produtos e materiais em uso pelo maior tempo possível, e regenerar sistemas naturais.

Encerramos aqui a conceituação do tema e, para a próxima edição, traremos a abordagem prática do assunto para a economia dos equipamentos elétricos. Não perca!

Boa leitura!



Uma empresa do GRUPO GIMI



anos

Levando qualidade e eficiência
para sua instalação

- ✓ Manutenção preventiva e corretiva em equipamentos elétricos em geral;
- ✓ Assistência técnica;
- ✓ Instalação de Barramentos Blindados GPB;
- ✓ Termografia de diagnóstico de instalações;
- ✓ Contratos de manutenção para cabines primárias GIMI.



Gimiservice

vendas@gimiservice.com.br





Daniel Bento é engenheiro eletricista com MBA em Finanças e certificação internacional em gerenciamento de projetos (PMP®). É membro do Cigré, onde representa o Brasil em dois grupos de trabalho sobre cabos isolados. Atua há mais de 25 anos com redes isoladas, tendo sido o responsável técnico por toda a rede de distribuição subterrânea da cidade de São Paulo. É diretor executivo da Baur do Brasil | www.baurdobrasil.com.br



Cabos isolados de média – Será que vai falhar hoje?

Essa pergunta já tirou o sono de muitos gestores de manutenção de redes isoladas, seja nas distribuidoras de energia, em grandes indústrias ou em parques eólicos e solar fotovoltaica.

É importante ter em mente que os cabos isolados obedecem às mesmas características de outros produtos industrializados, ou seja, apresentam uma curva de probabilidade de falhas ao longo do tempo, a chamada “curva da banheira”. Dependendo do estágio em que o cabo está, a probabilidade de falha será maior ou menor. Assim, é imprescindível conhecer esse estágio para elaborar a melhor estratégia de manutenção.

A curva da banheira é obtida pela superposição de três curvas: a que indica a probabilidade de falhas prematuras, a que indica a probabilidade de falhas devido à formação de defeitos ao longo da meia-vida e a curva que define a probabilidade de falha por desgaste natural/ envelhecimento.

Probabilidade de falhas em fase inicial de vida

A probabilidade para falhas no início da vida útil dos cabos é decorrente das características do processo produtivo, bem como dos procedimentos para

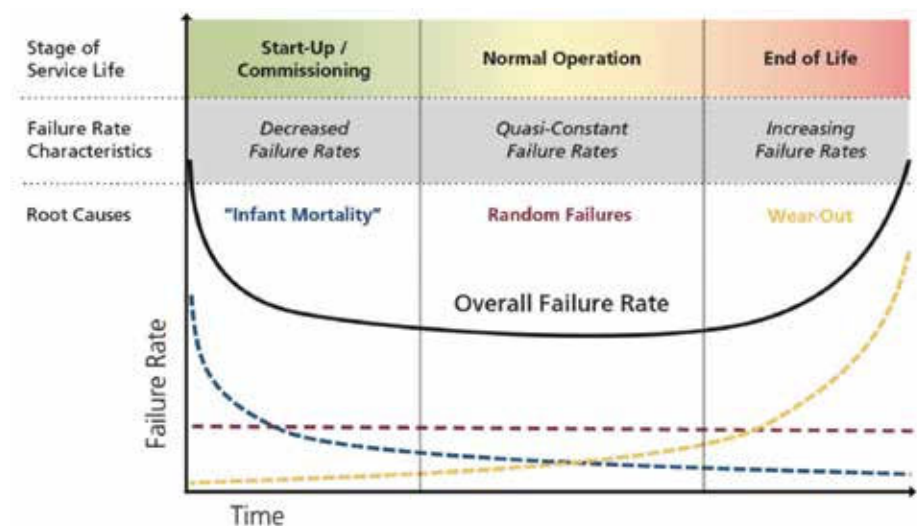


Figura 1 - Curva de probabilidade de falhas em função do tempo de aplicação para cabos isolados em média tensão.

transporte e instalação.

Cabos isolados são comumente produzidos pelo processo de extrusão. Por melhor que seja esse processo, o material granulado é inserido na máquina extrusora e o processo, por si só, introduz defeitos nos cabos.

Para evitar que defeitos muito extensos ou críticos sejam formados durante o processo de produção, normas internacionais foram elaboradas para definir os requisitos técnicos mínimos dos cabos e quais ensaios devem ser submetidos para serem considerados aprovados, antes

de serem comercializados e instalados.

Os cabos adquiridos serão transportados e, durante o transporte, poderão sofrer esforço mecânico. O esforço mecânico poderá produzir novos defeitos ou aumentar a extensão dos defeitos, previamente introduzidos durante o processo de fabricação. Os cabos serão novamente submetidos a esforço mecânico durante a instalação, sendo considerada uma etapa crítica, pois é comum que procedimentos inadequados causem problemas aos cabos.

Após o lançamento/instalação dos

cabos os acessórios serão confeccionados. É possível afirmar que a grande maioria das falhas ocorre nos acessórios, por esse motivo, é muito importante que os acessórios sejam confeccionados por equipe amplamente capacitada, sendo observados todos os procedimentos indicados no manual dos fabricantes.

Probabilidade de falhas ao longo da meia-vida

Após a eliminação dos defeitos críticos iniciais nos cabos, geralmente, os ativos apresentam uma probabilidade aproximadamente constante de falhas por longo período. Essa probabilidade está associada à evolução de um defeito para uma condição crítica. Nessa fase, os processos de envelhecimento, que possuem dinâmica lenta, ainda não se tornaram significativos, de modo que a evolução de defeitos prévios domina a ocorrência de falhas. O número esperado de falhas, para o período, está novamente associado à qualidade dos cabos e ao histórico de instalação. Espera-se que cabos de melhor qualidade e instalados corretamente apresentem uma concentração de defeitos e extensão muito menores do que cabos de menor qualidade ou instalados de forma irregular. Assim, os resultados se traduzirão em um número reduzido de falhas.

Probabilidade de falhas devido ao envelhecimento e desgaste natural

Os cabos, assim como quaisquer outros produtos industrializados, sofrem com o envelhecimento natural e desgaste. Há principalmente dois tipos de processos dominantes, pelo qual ocorre o envelhecimento dos cabos: o crescimento de arborescências e o desgaste térmico dos polímeros.

Arborescências de água (water trees) são formadas pelo efeito de difusão de

água nos isolamentos, por conta dos efeitos da umidade ou de infiltrações de água nos cabos. As arborescências promovem a redução da rigidez dielétrica dos isolamentos, sendo tão maior a redução quanto a extensão das arborescências no sentido radial.

Arborescências de água são classificadas em dois tipos: a "vented tree" e a "bow-tie tree". As arborescências elétricas (electrical trees) são outro tipo de arborescência, mas de evolução muito mais rápida para falha. Arborescências elétricas podem ser formadas ao longo da vida útil dos cabos, a partir de arborescências de água ou de forma independente, devido a descolamentos de camadas, entre outros. Quando as condições permitem o aparecimento de descargas parciais, a região local sofre alterações químicas, que evoluem rapidamente em extensão. Nos isolamentos poliméricos a velocidade de evolução é extremamente rápida. Nos acessórios, pode ocorrer de modo lento ou rápido. A região defeituosa apresenta uma redução muito significativa na rigidez dielétrica do isolamento e se torna suscetível a falhas.

Já o processo de envelhecimento natural do polímero dos isolamentos ocorre durante a operação dos cabos que são submetidos a temperaturas elevadas e ciclos térmicos, que promovem a quebra de cadeias poliméricas e formação de radicais livres. Com a alteração química da composição dos materiais, estes perdem suas características otimizadas. Sua rigidez dielétrica reduz continuamente ao longo do tempo até que, em determinado momento, os defeitos latentes se tornam suficientes para promover falhas.




No próximo artigo vamos tratar de entender melhor esses fenômenos e como podemos mensurá-los para estabelecer a melhor estratégia de manutenção. Até lá!

A QUALIDADE
que você já
CONFIA,
agora também
na linha de
**PLUG, TOMADA
E ACOPLAMENTO**



 **Germer**
ISOLADORES

 (47) 3281-0000

   /germerisoladores

 www.germerisoladores.com.br
vendas@germerisoladores.com.br



José Starosta é diretor da Ação Engenharia e Instalações e membro da diretoria do Deinfra-Fiesp e da SBQEE.
jstarosta@acaoenge.com.br



O consumo de reativos e a “geração distribuída” Parte 3

Em continuidade ao tema tratado nas edições anteriores, este artigo segue analisando o comportamento relativo dos vetores que representam as potências ativa (P), reativa (Q) e aparente (S) nos quatro quadrantes que representam o perfil de carga consumida e a Geração Distribuída (GD) conectada. Tratam-se de situações que impactam o fator de potência horário do consumidor registrado pela distribuidora, na cobrança de excedentes de energia reativa e no modelo de sistema de compensação a ser implantado.

- S1 - Potência aparente da carga na situação original (P_1/Q_1);
- S2 - Potência aparente com injeção da GD;
- S3 - Potência aparente com injeção de GD e compensação reativa;
- Φ_1 - Ângulo de fase da carga;
- Φ_2 - Ângulo de fase da composição carga e GD.

A Figura 1 é reproduzida novamente para facilitar os entendimentos a seguir:

- As potências aparentes do conjunto variam em função do comportamento instantâneo (ou horária no caso de tarifação pela 414) e os valores variam de S1 para S2 em função da GD. O ângulo de fase 1 muda para o ângulo de fase 2 reduzindo o fator de potência do sistema conforme a conhecida relação trigonométrica do cosseno do ângulo.

- Para essa compensação, pode ser necessário injetar potência reativa (Q_{inj}) para se compensar o consumo de potência reativa excedente objetivando a readequação do ângulo de fase. Note que, se previamente o sistema não possuísse compensação reativa (capacitores) por não ser necessário ou caso o consumidor preferisse pagar o excedente, após a inserção da GD, o cenário muda sendo os novos valores a serem injetados superiores aos anteriores, portanto, caso já exista o sistema de compensação, deverá ser alterado e caso não existisse, certamente deverá ser instalado, conforme adiante desenvolvido.

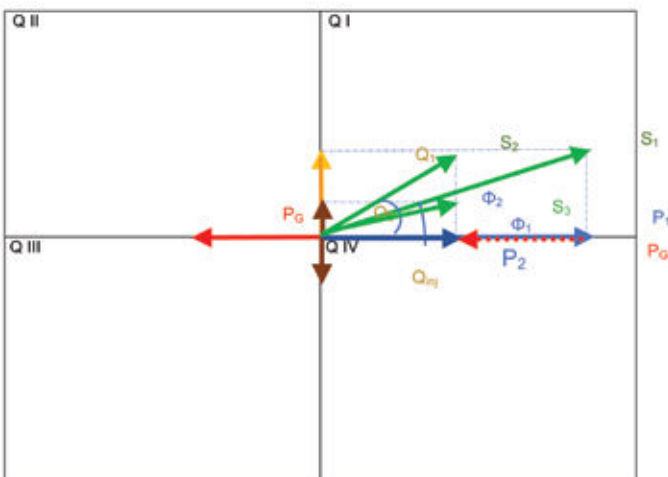


Figura 1 – registro de potências nos quatro quadrantes.

- P1 – Potência ativa da carga;
- PG - Potência ativa injetada pela GD;
- P2 - Potência ativa resultante;
- Q1 - Potência reativa da carga;
- Q_{inj} - Potência reativa compensada por capacitores;
- Q2 - Potência reativa resultante;

Como exemplo, a Figura 2 apresenta uma curva de carga típica industrial com demanda máxima de aproximadamente 300 kW e fator de potência que varia de 92% a 96%. Sob o ponto de vista de não pagamento de excedente de energia reativa, não há razões para que se implemente sistema de compensação de energia reativa (banco de capacitores).

A indicação FP1 indica o Fator de Potência natural da carga.

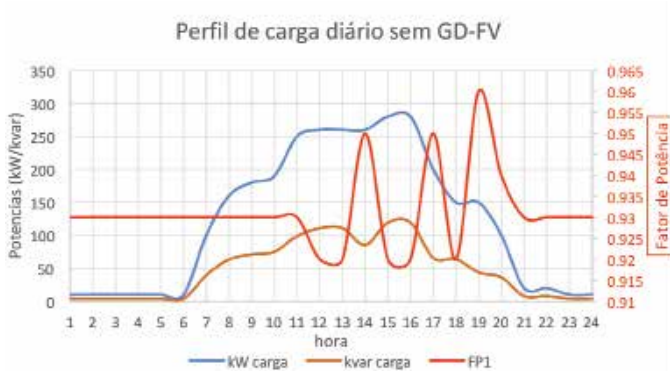


Figura 2 – Perfil de carga sem GD-FV.

Assumindo-se a potência ativa injetada no Q II, a curva de carga pode ser representada conforme a Figura 3, com modelamento da potência injetada como negativa. A indicação FP2 indica o fator de potência modificado em função da injeção de potência ativa pela GD.



Figura 3 – Perfil de carga diário com GD-FV.

A Figura 4 apresenta o detalhamento da Figura 3 em período crítico.



Figura 4 – Detalhamento da figura 3 em período de injeção de GD-FV.

Observa-se que o fator de potência registrado ao meio-dia ou às 15 horas chega a ser menor que 0,2 e a indicação de $FP < 0$ aponta que a energia injetada é maior do que a consumida, uma interpretação matemática que prescinde de regulação. A situação é aleatória e depende da quantidade de potência ativa injetada pela GD ou uso de outra fonte, como exposto. A Figura 5 representa os vetores das potências ao meio-dia e a Figura 6 às 15 horas.

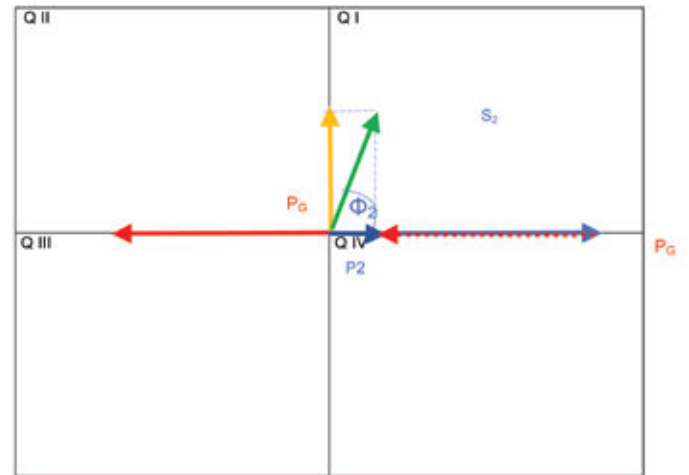


Figura 5 - Registro de potências ao meio-dia relacionado ao gráfico da Figura 3.

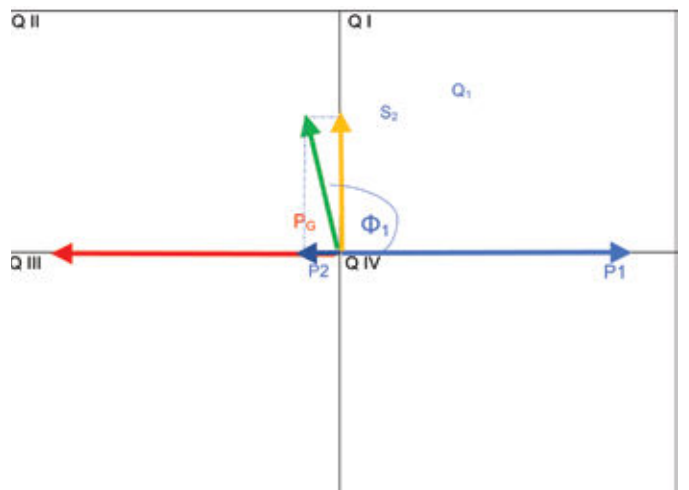


Figura 6 - Registro de potências às 15 horas, conforme gráfico da Figura 3.

O que se observa é que, tanto no QI como no QII, o fator de potência em situações de potência gerada próxima ao consumido pela carga atinge valores de fator de potência muito baixos e, caso a injeção da GD não seja efetuada com FP da ordem de 90%, deve-se prever um sistema de compensação reativa adequada.

Agradecimentos aos colegas por colaborarem com a produção deste artigo: Javier Aprea, da Aprea Engenharia; Claudio Puga e Ricardo Silva, da Landis Gyr; José Teodoro, da CPFL; José Rubens Macedo Jr., professor na Universidade Federal de Uberlândia.

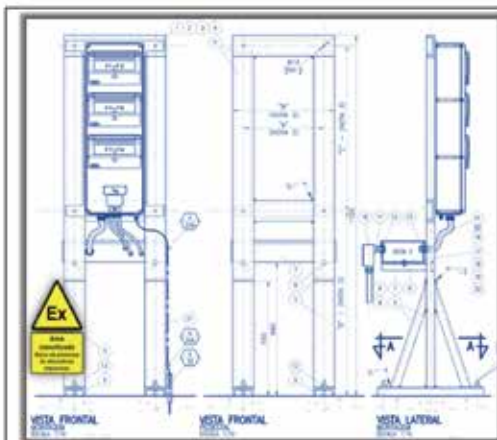


Roberval Bulgarelli é engenheiro eletricista. Mestrado em Proteção de Sistemas Elétricos de Potência pela POLI/USP. Consultor sobre equipamentos e instalações em atmosferas explosivas. Representante do Brasil no TC-31 da IEC e no IECEx. Coordenador do Subcomitê SCB 003:031 (Atmosferas explosivas) do Comitê Brasileiro de Eletricidade (ABNT/CB-003/COBEI). Condecorado com o Prêmio Internacional de Reconhecimento IEC 1906 Award. Organizador do Livro "O ciclo total de vida das instalações em atmosferas explosivas".



A importância dos detalhes típicos de projetos elétricos e de instrumentação "Ex" - Parte 3/3

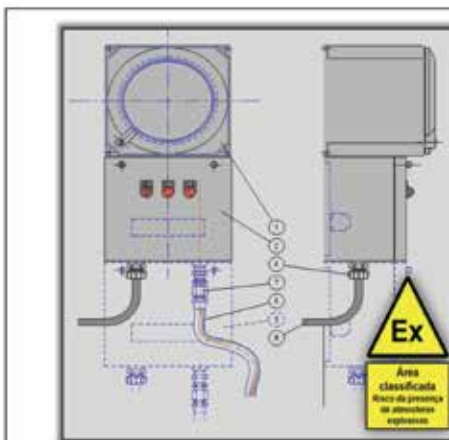
Os exemplos de detalhes típicos apresentados a seguir, utilizados por diversas empresas da indústria do petróleo e petroquímica, tanto do Brasil como de outros países do mundo, incorporam diferentes tipos de equipamentos elétricos e de instrumentação e diferentes tipos de proteção "Ex" disponibilizados no mercado por fabricantes de equipamentos "Ex".



Exemplo de montagem de painel de distribuição "Ex" para circuitos de força e controle com tipo de proteção "segurança aumentada" e componentes centelhantes "à prova de explosão" com invólucro plástico (Ex "de" ou Ex "t"). Exemplo de marcações: Ex de IIC T5 Gb / Ex tb IIIC T100 °C Db.



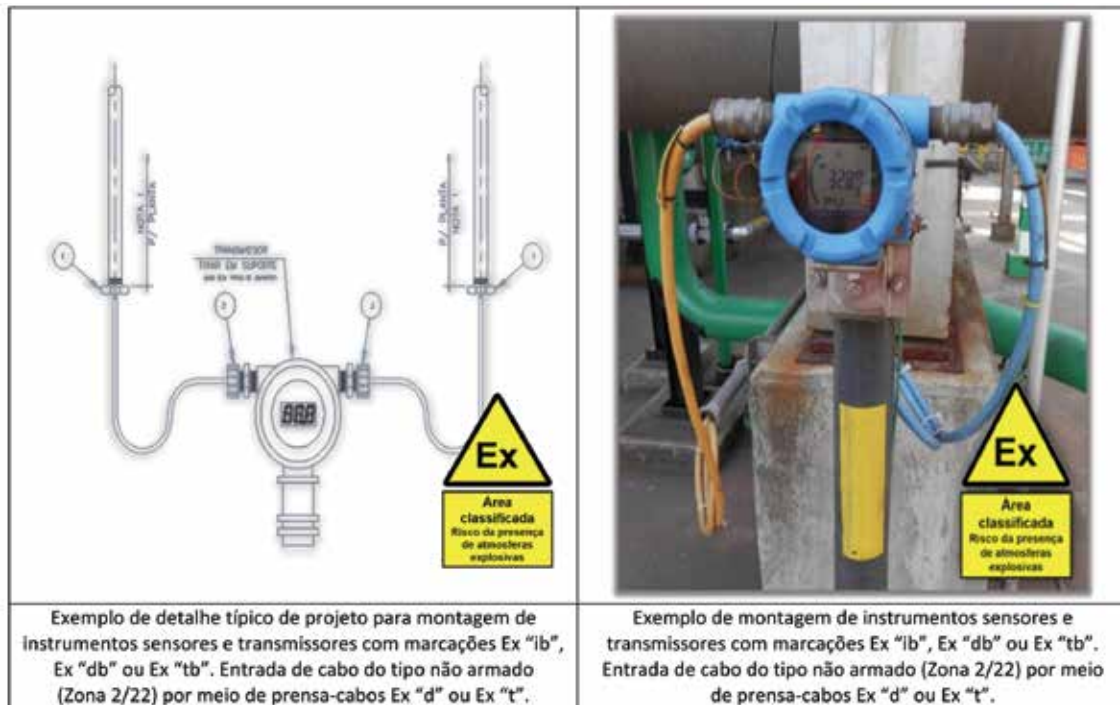
Exemplo de montagem de painel de distribuição "Ex" para circuitos de força e controle com tipo de proteção "segurança aumentada" e componentes centelhantes "à prova de explosão" com invólucro plástico" ou Ex "t".



Exemplo de detalhe típico de projeto para montagem de Painel de distribuição "Ex" de circuitos de força e controle, com invólucro metálico do tipo de proteção "à prova de explosão". Exemplo de marcações: Ex de IIC T4 Gb / Ex tb IIIC T135 °C Db. Tampas ROSCADAS e entradas INDIRETAS de cabos por meio de caixa de terminais do tipo "segurança aumentada" (Ex "e").



Exemplo de montagem de painel de distribuição "Ex" de circuitos de força, com invólucro metálico com tipo de proteção Ex "de" ou Ex "t". Exemplo de marcações: Ex de IIC T4 Gb / Ex tb IIIC T135 °C Db. Tampas ROSCADAS e entradas INDIRETAS por meio de caixa de terminais do tipo Ex "e".



Considerações sobre detalhes típicos de projeto para montagem de equipamentos elétricos e de instrumentação "Ex"

São destacados a seguir alguns dos principais benefícios e a importância da existência de conjunto de detalhes típicos elaborados pelos próprios usuários ou proprietários de equipamentos e instalações "Ex" em instalações terrestres ou marítimas para áreas classificadas contendo gases inflamáveis ou poeiras combustíveis:

1. Documentação determina os requisitos de especificação técnica e detalhes de montagem de equipamentos "Ex" seriados, que apresentam requisitos "seriados" de montagem "típica";
2. Documentação importante para a padronização de equipamentos "Ex", redução de quantidade de itens em estoque, redução de custos de estoque, facilidades de intercambialidade e facilidade de montagem de campo;
3. Padronização da documentação de projetos "Ex", inclusive para diferentes plantas da mesma empresa localizadas em diferentes áreas;
4. Documentação importante para consolidação de experiências e boas práticas acumuladas ao longo do tempo;
5. Evitar a indevida "multiplicidade" de detalhes típicos de projeto, que podem ser gerados por diferentes empresas projetistas, em diferentes projetos, para diferentes localidades;
6. Documentação importante para utilização e orientação das equipes de montagem de campo, com relação aos requisitos de instalação de equipamentos "Ex", métodos de suportes e fixação de sistemas de encaminhamento de cabos e listagem padronizada dos materiais, equipamentos e componentes "Ex" a serem utilizados;
7. Documentação utilizada nos serviços de inspeções de campo dos equipamentos e instalações "Ex", tanto nas inspeções iniciais detalhadas, como nas inspeções periódicas, de forma a confirmar que as montagens existentes estão de acordo com a documentação do projeto "Ex";
8. Documentação de projeto a ser incorporada ao "prontuário das instalações Ex", de acordo com os requisitos legais aplicáveis, de forma a evidenciar o atendimento dos requisitos normativos de projeto e de montagens "Ex", tanto em instalações terrestres (NR 10, por exemplo), como em instalações marítimas (NR 37, por exemplo);
9. Detalhes típicos aplicáveis a diferentes especialidades de equipamentos e montagens "Ex", incluindo as áreas de elétrica, instrumentação, automação e telecomunicações "Ex".

Brametal 55

bonato@brametal.com.br
www.brametal.com.br

Clamper 3ª capa, Fascículos e Espaço Aterramento

(31) 3689-9500
www.clamper.com.br

Cobrecom 23

(11) 2118-3200
www.cobrecom.com.br

Condumax 31

0800 701 3701
www.condumax.com.br

Embrastec 41

(16) 3103-2021
www.embrastec.com.br

Exponencial 6

(31) 3317-5150
www.exponencialmg.com.br

Famatel 7

(15) 3326-5429
www.famatelbr.com

Germer 69

(15) 3326-5429
www.famatelbr.com

Gimi Service 67 e Fascículos

(11) 4752-9900
www.gimiservice.com.br

Gimi Soluções 2ª capa e Fascículos

(11) 2532-9825
www.gimi.com.br

Inpol 50

(48) 3263-6049
inpolpolimeros.com.br

Incesa 31

0800 770 3228
www.incesa.com.br

Intelli 4ª capa

(16) 3820-1500
www.grupointelli.com.br

Itaipu Transformadores 19

(16) 3263-9400
www.itaiputransformadores.com.br

JEA 13

(41) 3278-7800
www.jeasul.com.br

MSE Engenharia 33

(43) 3031-0500
www.mse.com.br

MW Automação 43

(15) 3318-7392
www.mwautomacao.com.br

Obo 11

(15) 3335-1382
www.obo.com.br

Paratec 64

(11) 3641-9063
www.paratec.com.br

Polar Componentes Brasil 72

(22) 2105-7777
www.polarb2b.com

Romagnole 5

(44) 3233-8500
www.romagnole.com.br

Savan 34

(47) 3011-1064
www.savanimports.com.br

Trael 51

(65) 3611-6500
www.trael.com.br

CLAMPER Solar SB

PROTEÇÃO PARA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

**VERSATILIDADE,
INOVAÇÃO
E DESIGN**

- ✓ **Novo Design**, ainda mais moderno e compacto;
- ✓ Redução do **número de conexões** internas;
- ✓ **Sistema push-in e alavanca** para conexões elétricas mais rápidas e sem uso de ferramentas;
- ✓ **Versatilidade**, corrente por entrada de 20A;
- ✓ **Grau de proteção IP65**, proteção contra poeira e jatos de água;
- ✓ Todos os modelos com **disponibilidade de MC4**.



DISPONÍVEL NAS VERSÕES

20A 2E-1S | 20A 4E-2S | 20A 4E-2S(4D)
32A 1E-1S | 32A 2E-2S



CS COPPERSTEEL®

AÇO REVESTIDO
DE COBRE



A solução ideal para **aterramento e SPDA**
em sistemas de geração, transmissão e
distribuição de energia.

ABNT NBR 8120 / NBR 8121



ASSISTA O VÍDEO DO
CS - COPPERSTEEL



**DESESTIMULA
O FURTO**

Siga-nos nas redes sociais.



GRUPO
INTELLI

WWW.GRUPOINTELLI.COM.BR