

ENSAIOS PRÁTICOS PARA DETECÇÃO DE PERDAS COMERCIAIS COM UM ANALISADOR DE ENERGIA EM SISTEMAS DE MEDIÇÃO DE MÉDIA TENSÃO

PRACTICAL TESTS FOR COMMERCIAL LOSS DETECTION USING AN ENERGY ANALYZER IN MEDIUM VOLTAGE METERING SYSTEMS

PRUEBAS PRÁCTICAS PARA DETECCIÓN DE PÉRDIDAS COMERCIALES CON UN ANALIZADOR DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE MEDICIÓN DE MEDIA TENSIÓN

Victor Santos Ribeiro¹
Paulo Victor Lemos de Paula²
Carlos Alberto Bidarra Filho³
João Paulo Bittencourt da Silveira Duarte⁴

RESUMO: As concessionárias de energia no Brasil enfrentam desafios relacionados às perdas financeiras, que incluem fraudes, desvios de energia, furto de materiais e defeitos nos equipamentos. Essas perdas comerciais têm um impacto significativo no fornecimento de energia e resultam em prejuízos financeiros para as empresas. Neste estudo, foi realizada uma análise das perdas comerciais de energia nas redes de distribuição de uma concessionária de energia, localizada no Sudeste brasileiro. O objetivo principal foi investigar as tecnologias utilizadas para combater essas perdas. Para alcançar esse objetivo, um estudo em laboratório foi conduzido, no qual foram aplicadas novas tecnologias durante os ensaios simulando o processo de inspeção, foram realizadas medições com o uso de analisadores de grandezas, visando analisar e validar os resultados obtidos, além de identificar possíveis irregularidades. Essa abordagem permitiu demonstrar a importância da utilização desses equipamentos no combate às perdas comerciais. Os resultados obtidos durante o estudo destacaram a eficácia das tecnologias empregadas no combate às perdas de energia. A utilização de analisadores de grandezas possibilitou uma análise precisa e detalhada das grandezas elétricas, auxiliando na detecção de irregularidades e no monitoramento da qualidade do fornecimento de energia. Isso contribuiu para melhorar a eficiência operacional das concessionárias e reduzir os prejuízos financeiros causados pelas perdas.

1121

Palavras Chaves: Perdas comerciais. Fraudes. Novas Tecnologias. CheckMeter 2.3 genX.

¹Graduação Engenharia Elétrica, Universidade de Vassouras.

²Graduação Engenharia Elétrica, Universidade de Vassouras.

³Graduação Engenharia Elétrica, Universidade de Vassouras.

⁴Doutorado em engenharia Elétrica - Universidade Federal de Juiz de Fora UFJF. Orientador/Professor Universidade de Vassouras.

ABSTRACT: Energy utilities in Brazil face challenges related to financial losses, including fraud, energy diversion, material theft, and equipment defects. These commercial losses have a significant impact on energy supply and result in financial losses for the companies. In this study, an analysis of commercial energy losses in the distribution networks of an energy utility located in Southeast Brazil was conducted. The main objective was to investigate the technologies used to combat these losses. To achieve this goal, a laboratory study was conducted, in which new technologies were applied during simulated inspection processes. Measurements were taken using parameter analyzers to analyze and validate the obtained results, as well as to identify possible irregularities. This approach demonstrated the importance of using these equipment in combating commercial losses. The results obtained during the study highlighted the effectiveness of the employed technologies in combating commercial energy losses. The use of parameter analyzers enabled precise and detailed analysis of electrical parameters, aiding in the detection of irregularities and monitoring the quality of energy supply. This contributes to improving operational efficiency for energy utilities and reducing financial losses caused by commercial losses.

Keywords: Commercial losses. Fraud. New Technologies. CheckMeter 2.3 genX.

RESUMEN: Las compañías eléctricas en Brasil se enfrentan a desafíos relacionados con las pérdidas financieras, que incluyen fraudes, desviaciones de energía, robo de materiales y defectos en los equipos. Estas pérdidas comerciales tienen un impacto significativo en el suministro de energía y resultan en pérdidas económicas para las empresas. En este estudio, se realizó un análisis de las pérdidas comerciales de energía en las redes de distribución de una compañía eléctrica ubicada en el sureste de Brasil. El objetivo principal fue investigar las tecnologías utilizadas para combatir estas pérdidas. Para lograr este objetivo, se llevó a cabo un estudio en laboratorio en el que se aplicaron nuevas tecnologías durante las pruebas simulando el proceso de inspección, se realizaron mediciones utilizando analizadores de magnitudes para analizar y validar los resultados obtenidos, así como identificar posibles irregularidades. Este enfoque permitió demostrar la importancia de utilizar este tipo de equipos en la lucha contra las pérdidas comerciales. Los resultados obtenidos durante el estudio resaltaron la efectividad de las tecnologías empleadas en la lucha contra las pérdidas de energía. El uso de analizadores de magnitudes posibilitó un análisis preciso y detallado de las magnitudes eléctricas, lo que ayudó en la detección de irregularidades y en el monitoreo de la calidad del suministro de energía. Esto contribuye a mejorar la eficiencia operativa de las compañías eléctricas y a reducir las pérdidas económicas causadas por las pérdidas.

Palabras clave: Pérdidas comerciales. Fraude. Nuevas tecnologías. CheckMeter 2.3 genX.

INTRODUÇÃO

Os sistemas de medição de energia elétrica são elementos essenciais para o monitoramento preciso e confiável do consumo de energia em diferentes contextos, desde residências até grandes instalações industriais. Esses sistemas são projetados para capturar e registrar informações detalhadas sobre o fluxo de energia elétrica ao longo do tempo, permitindo análises mais abrangentes e tomada de decisões informadas.

Apesar da eficiência dos sistemas de medição de energia elétrica, ainda enfrentam desafios consideráveis, especialmente no que diz respeito às perdas. Essas perdas podem ocorrer devido a uma variedade de fatores, como resistência dos cabos, falhas em

equipamentos e, em alguns casos, ações fraudulentas. Estas perdas não apenas representam um impacto econômico significativo para as concessionárias de energia, mas também têm implicações ambientais, ao demandar maior geração de energia para compensar as perdas. Portanto, é crucial buscar soluções inovadoras e tecnologicamente avançadas para minimizar essas perdas e garantir uma gestão mais eficaz da distribuição de energia.

Além dos desafios técnicos, é importante ressaltar os prejuízos financeiros que podem estar associados aos sistemas de medição de energia elétrica. Falhas ou imprecisões nesses sistemas podem resultar em cálculos incorretos de consumo, levando a cobranças inadequadas aos consumidores e prejuízos econômicos para as concessionárias de energia. Além disso, o combate às perdas não-técnicas, como aquelas causadas por fraudes ou manipulações, demanda investimentos em tecnologias e práticas de auditoria. Portanto, uma gestão financeira criteriosa e estratégica é crucial para mitigar esses riscos e garantir a sustentabilidade econômica dos sistemas de medição de energia elétrica.

Esta pesquisa tem como objetivo principal estudar o comportamento das perdas comerciais da distribuidora de energia elétrica. Pretende-se mostrar uma das tecnologias aplicadas no combate a essas perdas e estudar casos ocorridos, simulando em laboratório as perdas técnicas e não técnicas nas unidades consumidoras de média tensão. Pretende-se também mostrar a eficiência do analisador de grandeza na assertividade de detecção de irregularidades no sistema de medição de energia elétrica.

1. MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi conduzido em duas fases distintas: uma fase bibliográfica e outra realizada em laboratório com ensaios práticos. A primeira fase consistiu em realizar consultas em diversas fontes, incluindo artigos da internet, livros, sites das distribuidoras de energia, teses e revistas. A segunda fase teve como objetivo apresentar um estudo demonstrando os resultados encontrados após simulações realizadas em um laboratório de uma empresa de distribuição de energia elétrica no estado do Rio de Janeiro. Nessa etapa, foi utilizado o analisador de grandezas CheckMeter 2.3 durante a inspeção na medição visando validar metrológicamente a integralidade e assertividade da medição de energia elétrica.

1.1 SISTEMAS DE MEDIÇÃO DE ENERGIA.

Com o consumo de energia crescendo a uma taxa média aproximada de 4% ao ano no Brasil e 2% ao ano globalmente, conforme dados do Ministério de Minas e Energia, é inegável que governos em todas as partes do mundo estejam explorando alternativas para atender a essa demanda de maneira segura e sustentável. Aprimorar a acessibilidade, modernização e confiabilidade dos sistemas elétricos é de importância fundamental para a sociedade e para a economia. Diante dos desafios emergentes do século 21, as infraestruturas elétricas devem capacitar a integração de fontes renováveis na geração de eletricidade, enquanto são enriquecidas com inteligência para otimizar a gestão de ativos, a eficiência operacional, a redução de perdas técnicas e comerciais, além de facilitar uma maior interação com os consumidores. As complexidades do presente estão impulsionando uma demanda significativa por inovações no setor (FANG et al, 2011.)

Em sua forma mais básica, um sistema de medição de energia elétrica é composto por três elementos principais: medidores, dispositivos de comunicação e sistemas de gerenciamento de dados.

Os medidores de energia elétrica, também conhecidos como medidores de eletricidade, são dispositivos de aquisição de dados que registram a quantidade de energia elétrica consumida em intervalos regulares. Esses medidores podem ser analógicos ou digitais, com funcionalidades avançadas que incluem medição de múltiplas fases, registro de dados em tempo real e capacidade de comunicação com outros dispositivos.

A implementação de Redes Elétricas Inteligentes como a principal ferramenta para modernizar o setor de energia elétrica tem sido um tema amplamente discutido em âmbito global. Isso envolve um modelo tecnologicamente intrincado, abrangendo uma ampla gama de complexidades conceituais. Inclui a consideração de diversas tecnologias, equipamentos e fabricantes, resultando em inúmeros benefícios decorrentes da implementação eficaz ao longo de toda a cadeia de fornecimento e consumo de energia elétrica. (CGEE Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, SÉRIE DE DOCUMENTOS TÉCNICOS, dezembro de 2012 - Nº 1)

Os sistemas de gerenciamento de dados são encarregados de receber, armazenar e processar as informações coletadas pelos medidores de energia. Eles podem ser implementados localmente ou em plataformas de gerenciamento em nuvem, dependendo das necessidades e da escala do sistema de medição. Esses sistemas utilizam algoritmos

sofisticados para realizar análises de dados, identificar padrões de consumo, calcular indicadores de desempenho e fornecer relatórios detalhados para os usuários.

Além disso, sistemas de medição de energia elétrica avançados podem incluir recursos adicionais, como a medição de harmônicos, a monitorização de qualidade de energia, a detecção de fraudes e a integração com sistemas de automação e controle. Essas funcionalidades ampliam a capacidade do sistema de medição, permitindo uma visão mais completa e precisa do consumo de energia elétrica.

Em 2014, a CGEE Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, em seus documentos, apontou que as Regiões Sudeste e Sul do Brasil assumem um papel de destaque em relação ao número e aos montantes de investimento em projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) relacionados às Redes Elétricas Inteligentes (REI). Notavelmente, os investimentos realizados nos projetos da Região Sudeste ultrapassam em aproximadamente 2,5 vezes a soma dos valores aplicados nas Regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sul. Dentre as regiões, os estados de São Paulo, Santa Catarina, Rio de Janeiro e Minas Gerais emergem como protagonistas nessas iniciativas. (CGEE, DOCUMENTOS TECNICOS, DEZ 2012 Nº16 pág. 66)

A medição de energia elétrica desempenha um papel crucial no setor elétrico ao determinar o consumo de energia de um usuário durante um período definido. Isso é realizado por meio de medidores eletrônicos que registram o consumo em unidades como quilowatts-hora (kWh). Além de possibilitar a cobrança precisa dos usuários com base em suas medições individuais, essa prática é essencial para calcular e emitir faturas de energia elétrica correspondentes.

A medição direta de energia elétrica envolve a utilização de equipamentos específicos, como medidores de energia, que são instalados nos pontos de medição, como residências, indústrias ou estabelecimentos comerciais. Esses medidores são capazes de registrar diretamente o consumo de energia elétrica ao longo do tempo, fornecendo leituras precisas e confiáveis.

Por outro lado, a medição indireta de energia elétrica pode ser realizada por meio de técnicas de estimativa ou cálculo. Isso pode ocorrer em situações em que a instalação de medidores de energia diretos não é viável ou prática. Nesses casos, são utilizados modelos matemáticos ou fórmulas que levam em consideração outras grandezas elétricas diretamente mensuráveis, como tensão, corrente e fator de potência, para inferir o consumo de energia

elétrica. Essas técnicas de medição indireta podem ser aplicadas em grandes sistemas elétricos, onde é inviável instalar medidores em cada ponto de consumo.

1.2 Inspeção nos sistemas de medições de energia.

Nesta seção, serão exploradas questões relacionadas ao sistema de medição aplicado a clientes de média tensão, mais especificamente, dentro do contexto do subgrupo A4. Por meio dessa análise, é possível detectar os aspectos específicos que permeiam a medição de energia elétrica em clientes que se enquadram nessa categoria. As características, demandas e considerações intrínsecas ao subgrupo A4 proporcionam um cenário único para a gestão da medição, demandando uma abordagem detalhada e especializada para garantir a precisão, a eficiência e a conformidade com as normativas vigentes.

Na medição indireta de energia elétrica, a inspeção envolve a verificação e avaliação dos equipamentos de medição, além da análise dos dados coletados para garantir a precisão e confiabilidade das medições. Existem várias tecnologias e métodos utilizados nesse processo, dependendo do contexto específico e dos requisitos regulatórios. Vamos destacar alguns aspectos relevantes nesse tipo de inspeção são:

Equipamentos de medição: Durante a inspeção, é essencial verificar se os medidores de energia elétrica estão instalados corretamente e em conformidade com as normas técnicas. Isso envolve a verificação da integridade física dos medidores, as condições das selagens, a calibração adequada e a compatibilidade com as características da carga elétrica. É importante também validar as parametrizações dos medidores, se encontram-se com todos os dados relacionados a medição em conformidade, constantes de faturamentos, data, hora, tarifa, registro de alterações e etc.

Conexões elétricas: A inspeção também abrange a avaliação das conexões elétricas, como terminais, condutores e cabos. É importante verificar se as conexões estão firmes e bem apertadas, pois conexões soltas podem afetar a precisão das medições e causar perdas de energias.

Esquemas de ligações: A inspeção também deve abranger a verificação das ligações dos equipamentos, se eles se encontram em conformidade com o esquema de ligação.

Análise de dados: Além da inspeção visual, é necessário analisar os dados registrados pelos medidores. Isso pode incluir a verificação das leituras, o registro de eventos e a análise de padrões de consumo. Através dessa análise, é possível identificar possíveis problemas, como desvios de energia, distorções harmônicas ou variações anormais de consumo.

Alguns elementos de medição indireta:

- Transformadores de corrente (TC): Os TCs são dispositivos usados para medir correntes de alta magnitude com segurança. Eles transformam a corrente elétrica em uma corrente proporcionalmente menor, que pode ser facilmente medida por um instrumento de medição. Os valores medidos são então utilizados para calcular o consumo de energia elétrica com base na corrente e tensão do circuito.

- Transformadores de potencial (TP): Os TPs são semelhantes aos TCs, mas são utilizados para medir a tensão em circuitos de alta tensão. Eles reduzem a tensão para um nível seguro e proporcionalmente menor, permitindo medições mais precisas e seguras. Os valores medidos pelos TPs são usados em conjunto com as correntes medidas pelos TCs para calcular a energia consumida.

- Medição de potência reativa: A medição indireta de energia elétrica também envolve a medição da potência reativa, que é a componente de energia que não realiza trabalho útil, mas é necessária para o funcionamento de equipamentos elétricos. Para medir a potência reativa, podem ser utilizados dispositivos como capacitores ou indutores, que são adicionados ao circuito para corrigir o fator de potência. A partir das medições desses dispositivos, a potência reativa pode ser estimada indiretamente.

1127

- Algoritmos de cálculo e software de análise: Para realizar medições indiretas de energia elétrica, são necessários algoritmos de cálculo e software de análise específicos. Esses algoritmos e softwares recebem os dados medidos pelos sensores e realizam cálculos complexos para estimar o consumo de energia elétrica com base nas grandezas medidas indiretamente, como corrente, tensão, fator de potência, entre outras.

É importante destacar que a medição indireta de energia elétrica requer cuidados adicionais, pois introduz incertezas e erros comparativamente maiores em comparação com a medição direta. Portanto, a validação, calibração e manutenção adequadas desses elementos de medição indireta são fundamentais para garantir a precisão e confiabilidade dos resultados obtidos.

1.3 Perdas

As perdas comerciais na distribuição de energia elétrica referem-se à diferença entre a quantidade de energia elétrica que é comprada pela concessionária de energia e a quantidade de energia elétrica que é faturada aos consumidores. Essas perdas podem ocorrer

devido a uma série de fatores, como fraudes, desvios de energia, furto de materiais e equipamentos, erros de medição, entre outros.

No rio de janeiro, o Relatório da Agência Nacional de Energia Elétrica mostra que em 2018 as perdas totais foram 14% do mercado consumidor. Esse volume de perdas equivale ao consumo de energia das regiões Norte e Centro-Oeste em 2016. O repasse para a tarifa de um percentual das perdas está previsto no contrato de concessão das distribuidoras, respeitando o limite regulatório. Ainda de acordo com o relatório da Aneel, as perdas estão se mantendo no patamar desde 2008, oscilando entre o mínimo de 13,4% dos anos de 2011, 2013 e 2014 e os 14,2% de 2009, o maior valor.

Fraudes e desvios de energia são práticas ilegais que envolvem a manipulação do sistema de medição ou a conexão direta e não autorizada ao sistema elétrico. Isso resulta em consumo de energia não registrado ou não faturado, causando prejuízos financeiros significativos para as concessionárias de energia.

Segundo (CALILI,2005) os medidores de energia estão intrinsecamente ligados à fraude, pois eles fazem a ligação entre a empresa fornecedora e o consumidor. Por essa causa o medidor é a passagem para fraude, o que faz deste causador da PT (perdas técnicas), devido avarias e, mas principalmente da PNT (perdas não técnicas), também conhecidas como perdas comerciais.

1128

O furto de materiais e equipamentos também contribui para as perdas comerciais. Essas ações envolvem o roubo de fios, transformadores, medidores e outros componentes do sistema elétrico, resultando em interrupções no fornecimento de energia e custos adicionais para as empresas. Além disso, erros de medição e problemas técnicos nos equipamentos de medição também podem levar a perdas comerciais. Erros de leitura, calibração inadequada dos medidores ou falhas nos equipamentos podem resultar em medições imprecisas e, conseqüentemente, em faturamento inadequado.

O transporte da energia, seja na Rede Básica ou na distribuição, resulta inevitavelmente em perdas técnicas relacionadas à transformação de energia elétrica em energia térmica nos condutores (efeito joule), perdas nos núcleos dos transformadores, perdas dielétricas etc. As perdas não técnicas ou comerciais decorrem principalmente de furto (ligação clandestina, desvio direto da rede etc.) ou fraudes de energia (adulterações no medidor), popularmente conhecidos como “gatos”, erros de medição e de faturamento. (ANEEL, 2018)

Para combater as perdas comerciais, as concessionárias de energia têm adotado diversas medidas. Isso inclui a implementação de tecnologias avançadas, como medidores inteligentes e sistemas de monitoramento remoto, que permitem uma medição mais precisa e a detecção rápida de fraudes e desvios de energia. Além disso, programas de conscientização e educação dos consumidores sobre o uso eficiente de energia também desempenham um papel importante na redução das perdas comerciais.

Em resumo, as perdas comerciais representam um desafio significativo para as empresas de distribuição de energia elétrica, resultando em prejuízos financeiros e impactando a qualidade do fornecimento. A adoção de tecnologias avançadas e a implementação de medidas de combate a fraudes e desvios são essenciais para minimizar essas perdas e garantir um sistema de distribuição de energia eficiente e sustentável.

1.4 Analisador de grandezas.

O analisador de grandezas CheckMeter 2.3 genX é um dispositivo utilizado para medir e analisar várias grandezas elétricas em sistemas de energia elétrica. Ele oferece uma solução avançada para monitoramento e análise de qualidade de energia.

Segundo o manual de operação_R05 pag 5, é um padrão trifásico portátil de precisão classe 0,2%, empregado na avaliação de medidores de eletricidade tanto monofásicos quanto trifásicos em situações práticas, este dispositivo possui portas de entrada para voltagem em seu estado bruto e uma porta para o transdutor de corrente universal UCT. Este último pode ser empregado com transdutores independentes, permitindo a medição de corrente através do conjunto de alicate TC, diretamente, ou por meio de sensores de alta voltagem e corrente.

Este analisador permite medir grandezas como tensão, corrente, potência ativa, potência reativa, fator de potência, frequência, entre outras. Ele fornece uma visão detalhada do comportamento elétrico do sistema, identificando problemas de qualidade de energia, como distorção harmônica, desequilíbrio de carga, flutuações de tensão e variações de frequência.

CheckMeter 2.3 genX geralmente possui recursos avançados, como registro de dados em tempo real, capacidade de armazenamento de dados para análise posterior, comunicação de dados para sistemas de gerenciamento de energia e software de análise para visualização e interpretação dos dados coletados. Permitindo que uma melhor análise e validação metrológica dos equipamentos de medição seja feita com uma maior precisão.

A calibração dos equipamentos de medição é um processo pelo qual esses dispositivos são comparados com padrões de medição conhecidos e rastreáveis. Durante a calibração, são verificadas e ajustadas as características de desempenho dos equipamentos, como precisão, exatidão, linearidade e estabilidade. Isso garante que as medições realizadas pelos equipamentos sejam confiáveis e consistentes ao longo do tempo.

A importância da calibração reside no fato de que os equipamentos de medição estão sujeitos a desgaste, envelhecimento e influências ambientais que podem afetar sua precisão ao longo do tempo. Além disso, eles também podem sofrer erros durante o transporte ou o manuseio. A calibração regular dos equipamentos de medição é essencial para detectar e corrigir quaisquer desvios em relação aos padrões de medição. A não calibração dos equipamentos de medição de energia elétrica pode levar a consequências negativas. Por exemplo, medições imprecisas podem resultar em faturamento incorreto, o que pode causar prejuízos financeiros tanto para as empresas fornecedoras de energia como para os consumidores. Além disso, a falta de calibração pode comprometer a qualidade dos produtos ou serviços que dependem de medições precisas de energia elétrica.

É importante ressaltar que a calibração dos equipamentos de medição de energia elétrica deve ser realizada por laboratórios ou organizações de calibração confiáveis e acreditados. Essas entidades possuem os conhecimentos técnicos, os equipamentos de referência e os procedimentos adequados para realizar a calibração de forma precisa e confiável.

2. RESULTADOS DA ANÁLISE DE PERDAS TÉCNICAS E NÃO TÉCNICAS COM A UTILIZAÇÃO DO PADRÃO ANALISADOR.

Nesta seção são apresentados a descrição do laboratório e a irregularidade encontrada na medição de energia elétrica. O estudo envolveu a exploração de conceitos de medição de energia elétrica indireta e a utilização de um analisador de grandeza como ferramenta central para a validação das perdas identificadas. Os principais resultados obtidos são discutidos a seguir.

O laboratório em questão está localizado em um ambiente controlado dentro dos limites da companhia. Foi criado para desenvolver treinamentos e ensaios pertinentes às atividades de medição. Está equipado com uma rede trifásica de 220 Volts e possui um banco de carga fixo e variável. Nele, são simulados testes e possíveis irregularidades que podem ser encontradas nos sistemas de medição de energia elétrica.

2.1 Medição indireta de energia elétrica em condições normais.

Os testes metrológicos são conduzidos em condições de operação normais, com o propósito de validar o desempenho do sistema de medição em situações típicas de uso. A correta instalação do padrão analisador de grandezas é de extrema importância, uma vez que este é o ponto de referência crucial para aferir a precisão das medições.

Através de análises detalhadas, é possível obter resultados dentro dos limites de erro aceitáveis, os quais são meticulosamente registrados em um laudo conclusivo de calibração. Este documento serve como comprovação da conformidade com as normas e regulamentos aplicáveis, garantindo, assim, o correto faturamento e registro preciso de dados relacionados ao consumo de energia elétrica. Isso não apenas assegura a legalidade das operações, mas também promove a confiança na exatidão dos registros de consumo e faturamento de energia elétrica.

Na Figura 1, observa-se o medidor de energia elétrica em um estado de calibração ativa, indicado de forma inequívoca pelo indicador visual no display principal. O dispositivo se encontra configurado no modo de teste, preparado para o processo de aferição. Este estado é crucial para a validação da precisão metrológica do medidor e é um precursor necessário para assegurar medições confiáveis de energia elétrica.



Figura 1- Do Autor

A Tabela 1 apresenta uma análise detalhada dos resultados obtidos em condições normais de operação. Ela inclui medições de tensões, correntes e potências para cada fase (A, B, C), além dos totais consolidados. Os valores de erros aferidos, com uma média de -0,121%, também são destacados.

Os resultados obtidos durante o teste indicam um desempenho muito próximo do esperado, com pequenas variações nos valores medidos. A média dos erros aferidos é de -0,121%, indicando uma boa precisão na medição.

RESULTADOS DO TESTE REALIZADO					
FASES (A,B,C)	TENSÕES (V)	CORRENTES (A)	POTÊNCIA APARENTE (VA)	POTÊNCIA ATIVA W	POTÊNCIA REATIVA (VAR)
A	129,62 V	0,963 A	124,88	118,77	-34,161
B	129,89 V	0,923 A	119,9	115,37	-29,308
C	129,65 V	0,907A	117,6	111,787	-36,251
			TOTAL	TOTAL	TOTAL
			362,38	345,927	-99,72
VALORES DE ERROS AFERIDOS					
ERRO 1	ERRO 2	ERRO 3	ERRO 4	ERRO 5	ERRO 6
-0,247%	-0,212%	-0,297%	0,113%	0,165%	-0,249%
MÉDIA DOS ERROS			-0,121%		

Tabela 1- Do autor

É importante notar que os valores de potência aparente, ativa e reativa estão dentro da faixa de operação normal, o que é um indicador positivo de que o sistema está funcionando conforme o esperado.

2.2 Impacto da Inversão do Circuito Secundário de Corrente entre S1 e S2 na Fase C: Análise em Condições Laboratoriais

A segunda imagem destaca um momento crucial no processo de avaliação. Nela, podemos observar o Checkmeter em plena operação, configurado no modo de calibração ativa. Esta configuração é essencial para assegurar a precisão das medições realizadas.

No entanto, um elemento de destaque nesta imagem é a leitura do medidor exibida pelo Checkmeter, revelando um erro de medição em torno de -19%. Esse desvio substancial

é de grande relevância e merece uma atenção imediata, pois indica uma diferença significativa entre a medição atual e o valor teórico esperado.

Este erro de medição de -19% pode ter implicações financeiras importantes, especialmente para grandes clientes que confiam na precisão dessas medições para faturamento. É crucial abordar e corrigir essa discrepância para assegurar que os consumidores sejam cobrados de forma justa e precisa.

A figura 2 destaca a importância crítica do processo de calibração ativa e chama a atenção para a necessidade urgente de corrigir o erro de medição identificado.



Figura 2 – Do autor

A tabela 2 demonstra resultados que revelam uma discrepância substancial entre as medições e os valores esperados, indicando uma possível irregularidade no sistema. A média dos erros aferidos é de -19,105%, o que ressalta a importância de investigar e corrigir essa discrepância para garantir a precisão e confiabilidade do sistema. A fase C exibe um comportamento particularmente fora do esperado, com potência ativa negativa e potência reativa significativa. Isso sugere a presença de uma anomalia que requer uma análise mais aprofundada.

RESULTADOS DO TESTE REALIZADO					
FASES (A,B,C)	TENSÕES (V)	CORRENTES (A)	POTÊNCIA APARENTE (VA)	POTÊNCIA ATIVA W	POTÊNCIA REATIVA (VAR)
A	130,97 V	0,846A	110,82	110,29	-4,916
B	130,87 V	0,903A	118,18	113,14	-29,07
C	130,97 V	0,832A	109,01	-50,846	95,98
			TOTAL	TOTAL	TOTAL
			338,01	172,584	61,994
VALORES DE ERROS AFERIDOS					
ERRO 1	ERRO 2	ERRO 3	ERRO 4	ERRO 5	ERRO 6
-19,143%	-19,120%	-19,119%	-19,081%	-19,022%	-19,145%
MÉDIA DOS ERROS				-19,105%	

Tabela 2- Do autor

A fase C apresenta uma situação crítica com uma potência ativa negativa, o que sugere um consumo negativo. Em outras palavras, essa fase está gerando energia em vez de consumi-la. Isto pode resultar em créditos de energia para o cliente, mas também pode indicar uma irregularidade no sistema que requer correção.

Diante dessa análise, é notório que a inversão no circuito secundário de corrente seja corrigida de forma imediata. Esta ação não apenas restaurará a precisão das medições, mas também terá um impacto financeiro significativo para os grandes clientes, evitando perdas financeiras potenciais associadas a consumos incorretos. Uma intervenção técnica precisa e orientada será essencial para resolver essas irregularidades e otimizar o desempenho do sistema.

2.3 CONCLUSÃO

No estudo realizado em uma concessionária de energia localizada no Sudeste brasileiro, foram investigadas as perdas comerciais de energia e as tecnologias utilizadas para combatê-las. Através de ensaios em laboratório e medições precisas com analisadores de grandezas, foi possível identificar irregularidades, validar resultados e destacar a eficácia dessas tecnologias no combate às perdas comerciais. Essa abordagem contribui para melhorar a eficiência operacional das concessionárias e reduzir os prejuízos financeiros causados por essas perdas. Essas perdas comerciais são um problema sério para as concessionárias de

energia, já que impactam diretamente o fornecimento de energia e geram prejuízos financeiros significativos. Por isso, a utilização de tecnologias avançadas e precisas se torna cada vez mais importante para identificar e combater essas perdas. O estudo realizado na concessionária demonstrou que a utilização de analisadores de grandezas é uma solução eficaz para monitorar a qualidade do fornecimento de energia e detectar possíveis irregularidades.

BIBLIOGRAFIA

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/qualidade-do-servico2>. Acesso em: 23 mar. 2018

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Normativa nº418, de 23 de novembro de 2010. **Estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica de forma atualizada e consolidada**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2010418.pdf>>. Acesso em: 10 de Fevereiro de 2018.

<https://www.canalenergia.com.br/artigos/53217189/o-papel-das-distribuidoras-no-processo-de-modernizacao-do-setor-eletrico>

https://www.cgee.org.br/documents/10195/11009594/Redes_Eletricas_Inteligentes_22mar13_9539.pdf/36f87ff1-43ed-4f33-9b53-5c869ace9023?version=1.6

[https://www.mte.ch/data/files/PWS%202.3%20genX%20English_Ro6%20\(07.2016\).pdf](https://www.mte.ch/data/files/PWS%202.3%20genX%20English_Ro6%20(07.2016).pdf)

CREDER, Hélio. Instalações Elétricas. 15ª Edição –Rio de Janeiro: LTC,2007.

BARROS, Benjamin Ferreira; Borelli, Reinaldo; Gedra, Ricardo Luis, Geração,

Transmissão, Distribuição e Consumo de energia Elétrica. 1ª Edição –São Paulo: Érica, 2014.

KAGAN, Nelson; Cesar Barioni de Oliveira Carlos, João Robba Ernesto, Introdução ao Sistema de Distribuição de Energia Elétrica. 1ª Edição –São Paulo: Edgar Blucher, 2005

PINTO, Milton. Energia Elétrica, Geração, Transmissão e Sistemas Interligados. 1ª Edição –Rio de Janeiro: LTC, 2014.

CheckMeter 2.3 GenX - Manual de Operação (Edição 05), Data de Publicação: Julho de 2017

YACCOUB, Hilaine de Melo. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Fluminense, Atirei o pau no “gato”. Uma análise sobre consumo e furto de energia elétrica (dos “novos consumidores”) em um bairro popular de São Gonçalo - RJ Disponível em< http://www.ifcs.ufrj.br/~lemetro/atirei_o_pau_no_gato.pdf >Acesso em 27. jul. 2014.

FANG, X.; MISRA, S.; XUE, G.; YANG, D. Smart Grid – The new and improved power Grid: a survey. Communications Surveys & Tutorials, IEEE, v.PP, n.9, p.1-37, set. 2011.