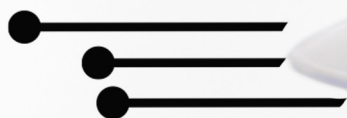




Luís Fernando Paulista Cotian
(Organizador)

Engenharias, Ciência e Tecnologia 3



Luís Fernando Paulista Cotian

(Organizador)

Engenharias, Ciência e Tecnologia

3

Atena Editora

2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Lorena Prestes

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E57 Engenharias, ciência e tecnologia 3 [recurso eletrônico] / Organizador
Luís Fernando Paulista Cotian. – Ponta Grossa (PR): Atena
Editora, 2019. – (Engenharias, Ciência e Tecnologia; v. 3)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia.

ISBN 978-85-7247-086-5

DOI 10.22533/at.ed.865193101

1. Ciência. 2. Engenharia. 3. Inovações tecnológicas.
4. Tecnologia. I. Cotian, Luís Fernando Paulista. II. Série.

CDD 658.5

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de
responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos
autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Engenharia, Ciência e Tecnologia” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora. O volume III apresenta, em seus 11 capítulos, conhecimentos relacionados a Gestão Energética relacionadas à engenharia de produção nas áreas de Gestão de Recursos Naturais e Produção mais Limpa e Ecoeficiência.

A área temática de Gestão Energética trata de temas relevantes para a geração, manutenção e gerenciamento de assuntos relacionados à energia elétrica. As análises e aplicações de novos estudos proporciona que estudantes utilizem conhecimentos tanto teóricos quanto tácitos na área acadêmica ou no desempenho da função em alguma empresa.

Para atender os requisitos do mercado as organizações precisam levar em consideração a área de Gestão Energética, sejam eles do mercado ou do próprio ambiente interno, tornando-a mais competitiva e seguindo a legislação vigente.

Aos autores dos capítulos, ficam registrados os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora, pela dedicação e empenho sem limites que tornaram realidade esta obra, que retrata os recentes avanços científicos do tema.

Por fim, espero que esta obra venha a corroborar no desenvolvimento de novos conhecimentos de Gestão Energética e auxilie os estudantes e pesquisadores na imersão em novas reflexões acerca dos tópicos relevantes na área de engenharia de produção.

Boa leitura!

Luís Fernando Paulista Cotian

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 1

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO DE ALTA CONCENTRAÇÃO NO NORDESTE BRASILEIRO

Hugo Tavares Vieira Gouveia
Luiz Fernando Almeida Fontenele
Rodrigo Guido Araújo

DOI 10.22533/at.ed.8651931011

CAPÍTULO 2 19

CONFLITO ENTRE ENERGIA ASSEGURADA E HIDROGRAMA AMBIENTAL: O RIO SÃO FRANCISCO ESTÁ MORRENDO?

Paulo Roberto Ferreira de Moura Bastos
Mônica Silveira

DOI 10.22533/at.ed.8651931012

CAPÍTULO 3 35

DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA AUTOMATIZADO DE MONITORAÇÃO CONTÍNUA POR ANÁLISE DE IMAGEM DO ESTADO DE CHAVES DE CIRCUITOS ALIMENTADORES EM SUBESTAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO

Lourival Lippmann Junior
Bruno Marchesi
Rafael Wagner
Amanda Canestraro de Almeida
Vanderlei Zarnicinski
Bogdan Tomoyuki Nassu

DOI 10.22533/at.ed.8651931013

CAPÍTULO 4 54

DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE PILHA A COMBUSTÍVEL DE ÓXIDO SÓLIDO COM POTÊNCIA DE GERAÇÃO DE 1 KW

Gabriel Leonardo Tacchi Nascimento
Jacqueline Amanda Figueiredo dos Santos
Rubens Moreira Almeida
Tulio Matencio
Rosana Zacarias Domingues

DOI 10.22533/at.ed.8651931014

CAPÍTULO 5 73

EQUIPAMENTO COM RECONHECIMENTO DINÂMICO DE IMAGEM PARA AVALIAÇÃO DE MEDIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA EM CAMPO

Fernanda Soares Giannini
Ronaldo Borges Franco
Joel Machado Campos Filho
Ricardo Toshinori Yoshioka
Jean Marcos Andery Baracat
José Eduardo Bertuzzo

DOI 10.22533/at.ed.8651931015

CAPÍTULO 6	87
GERENCIAMENTO ENERGÉTICO PARA MICRORREDES: DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO PILOTO	
<i>Victor Maryama</i>	
<i>Vitor Seger Zeni</i>	
<i>Frederico Viveiros Jordan</i>	
<i>Cesare Quinteiro Pica</i>	
<i>Erlon Cristian Finardi</i>	
<i>Gabriel Aurélio de Oliveira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8651931016	
CAPÍTULO 7	107
INJEÇÃO MÁXIMA DE MW POR GERAÇÃO DISTRIBUÍDA EM ALIMENTADOR PRIMÁRIO	
<i>Henrique Mesquita Tonhá</i>	
<i>Romário Pereira Marinho</i>	
<i>Antônio César Baleeiro Alves</i>	
<i>Luis Gustavo Wesz da Silva</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8651931017	
CAPÍTULO 8	123
SISTEMA DE GESTÃO DE ENERGIA ELÉTRICA UTILIZANDO O ENERGYPLUS: UMA APLICAÇÃO VOLTADA AOS EDIFÍCIOS INTELIGENTES	
<i>Abraão Gualbeto Nazário</i>	
<i>Raimundo Celeste Ghizoni Teive</i>	
<i>João Zico Oliveira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8651931018	
CAPÍTULO 9	137
VIBRATIONAL ENERGY HARVESTING TO ELECTRIC TRANSDUCTION IN A HIGH EFFICIENCY ELECTRIC VEHICLE	
<i>Jólio Ribeiro Maia Neto</i>	
<i>Ícaro Lofego Mota</i>	
<i>João Alexandrino Bemfica Neto</i>	
<i>Douglas da Costa Ferreira</i>	
<i>Fábio Roberto Chavarette</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8651931019	
CAPÍTULO 10	141
MAPEAMENTO DA GOVERNANÇA DO SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA PARA A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO BRASIL	
<i>Tássia Fonseca Latorraca</i>	
<i>Raquel Naves Blumenschein</i>	
<i>Maria Vitória Ferrari</i>	
DOI 10.22533/at.ed.86519310110	
CAPÍTULO 11.....	157
OTIMIZAÇÃO DA ABSORÇÃO DE ENERGIA SOLAR COM O USO DE PLACAS FOTOVOLTAICAS E REFLETORES MÓVEIS	
<i>Cynthia Beatriz Scheffer Dutra</i>	
<i>Jean Paulo Rodrigues</i>	
<i>Paulo César Sedor</i>	
DOI 10.22533/at.ed.86519310111	
SOBRE O ORGANIZADOR	167

EQUIPAMENTO COM RECONHECIMENTO DINÂMICO DE IMAGEM PARA AVALIAÇÃO DE MEDIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA EM CAMPO

Fernanda Soares Giannini

CPFL Energia, Campinas-SP

Ronaldo Borges Franco

CPFL Energia, Campinas-SP

Joel Machado Campos Filho

CPFL Energia, Campinas-SP

Ricardo Toshinori Yoshioka

Instituto de Pesquisas Eldorado, Campinas-SP

Jean Marcos Andery Baracat

Instituto de Pesquisas Eldorado, Campinas-SP

José Eduardo Bertuzzo

Instituto de Pesquisas Eldorado, Campinas-SP

RESUMO: Esse trabalho descreve sobre um equipamento inédito, utilizado no processo de avaliação de medidores de consumo de energia elétrica em campo. Com ele é possível avaliar os medidores eletromecânicos e eletrônicos sem a necessidade de desligar a unidade consumidora (UC). Os resultados são obtidos de forma automática e independente do operador. Ele é composto por uma Unidade de Reconhecimento Dinâmico de Imagem especialmente desenvolvida para capturar a marca do disco de medidores eletromecânicos ou o piscar do LED (*Light Emitting Diode*) de medidores eletrônicos e de um Módulo de Controle capaz de gerenciar toda operação do dispositivo. Possui Cargas Eletrônicas e possibilita o armazenamento de dados de entrada e também dos resultados

obtidos. Além disso, o equipamento poderá receber módulos adicionais, tais como 3G ou 4G, GPS, etc, que permitirão a conectividade para acesso a informações em tempo real, bem como o acompanhamento da movimentação da equipe.

PALAVRA-CHAVE: avaliação, medidor, não invasivo e reconhecimento de imagem

1 | INTRODUÇÃO

O monitoramento das condições de funcionamento dos medidores de energia elétrica pelas distribuidoras no campo, segundo Paranhos (2007) é cada vez mais importante para redução de perdas comerciais e combate a fraudes. Atualmente existem diversos equipamentos e processos que avaliam os medidores de energia elétrica, analógicos e digitais. Os medidores de energia estão mostrados na Figura 1(a) e 1(b) respectivamente, instalado em residências, lojas e empresas. Esses equipamentos de avaliação encontrados comercialmente apresentam carência em abarcar satisfatoriamente toda a operação de avaliação dos medidores. Normalmente são intrusivos, precisam desligar a UC para execução do processo de avaliação e necessitam inserir manualmente a carga

padrão para simular o consumo de energia, permitindo a avaliação do medidor. Além disto, dependem em alguns casos, de equipamentos adicionais, tais como voltímetros, amperímetros, cronômetros entre outros. Neste contexto, normalmente, dependem da ação do operador no sentido de identificar o início e o final do processo de avaliação, ou seja, precisa da análise visual da arca do disco em medidores eletromecânicos ou do piscar do LED em medidores eletrônicos. Alguns processos menos elaborados dependem até da realização de cálculos manuais pelo operador e da anotação dos dados obtidos em formulários de papel ou a inserção destes manualmente em PDA (Personal Digital Assistant). Há vários instrumentos que analisam os medidores de energia elétrica encontrados no mercado e outros em nível de pesquisa, como mostrada pelo Fermine (2009), mas que não realizam uma medição automatizada como se propõe este projeto. Um equipamento patenteado, “Unidade de verificação de medidores de energia elétrica em serviço”, apresentada pelo Wolaniuk (2009) mostra uma boa ideia do que há de melhor no mercado, não se comparando, porém ao equipamento objeto desse trabalho. O objetivo desse projeto foi o de contornar essas dificuldades nos processos atuais de avaliação de medidores no campo, reduzindo as possibilidades de interferência do operador nos resultados e tornando o processo mais preciso, seguro, eficiente e mais rápido. Este projeto da fase Cabeça de Série (CS1111 - *Desenvolvimento de Produto para Avaliação Automática e Não Invasiva de Medidores de Consumo de Energia Elétrica*) na fase final de execução e teve como base o modelo experimental obtido na fase anterior de Desenvolvimento Experimental (DE0011 – *Dispositivo Assertivo de Substituição de Medidores*), sendo que a empresa CPFL Energia é a entidade financiadora do projeto.



Figura 1. (a) Medidor Analógico e (b) Medidor Digital

2 | DESENVOLVIMENTO DO EQUIPAMENTO

O equipamento aqui descrito faz parte da evolução do projeto da fase de Desenvolvimento Experimental. Nesta fase de Cabeça de Série foram introduzidas, principalmente, as melhorias com relação às especificações e aos desenhos mecânicos do protótipo inicialmente projetado, visando uma produção em maior

escala. A principal característica deste equipamento é o fato dele ser não intrusivo, pois não exige o desligamento da unidade consumidora para realização da avaliação do medidor. Por causa disto e por não ser necessária a inserção manual de cargas padrão ou a realização de medidas e cálculos manuais para obtenção do resultado, o processo é mais rápido. Este equipamento permite, também, que o processo de avaliação seja mais preciso porque os parâmetros de medição são automaticamente coletados e o processo de detecção do início e do fim é independente do operador, tornando a precisão da medida dependente apenas das características do próprio equipamento, eliminando imprecisões externas. Ele é capaz de armazenar imagens e vídeos do processo de avaliação, possibilitando a verificação posterior da execução do trabalho e a avaliação das equipes executoras. A conectividade do equipamento permite utilizá-lo como memória de dados, inserindo nele, de forma digital, os relatórios das avaliações a serem realizadas e o armazenamento dos resultados através do preenchimento automático de formulários digitais, o que elimina a necessidade de preenchimento manual ou utilização de dispositivos acessórios de armazenamento, tais como *notepads* ou sistemas de coleta de dados. Através da adição de dispositivos opcionais, o equipamento permite a comunicação em tempo real, rastreamento da equipe de operação e integração dos processos anteriores (dados de UCs a serem avaliadas, rotas e etc) e posteriores (dados obtidos, imagens e etc.). O equipamento proposto pode agilizar, não só o momento da avaliação, mas também todo o processo de gerenciamento da avaliação de medidores no campo. Ele é mais seguro por não demandar o desligamento e religamento da UC, nem a inserção manual de cargas, minimizando os riscos de segurança para os operadores, pois reduz seu tempo de contato com a rede elétrica. O equipamento de medição é composto basicamente por dois módulos A e B conforme mostra a Figura 2.

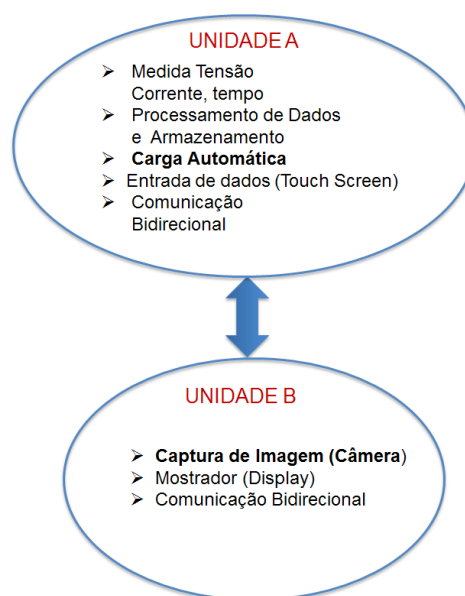


Figura 2. Descrição dos módulos A e B.

Descrição do Módulo A: o módulo A é a parte onde se concentra os elementos de medida da tensão, corrente e tempo, armazenamento e processamento de dados, carga automática e interface de comunicação bidirecional. A Figura 3 mostra a foto do desenho em perspectiva do módulo A.

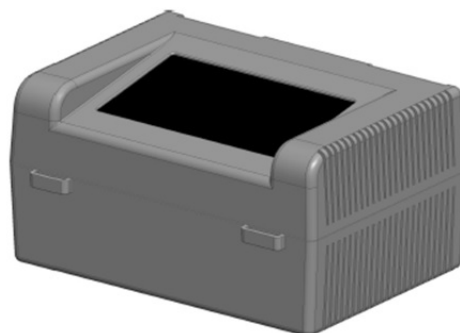


Figura 3. Desenho unidade do módulo A.

Esse módulo contém os terminais para transdutores de corrente e tensão, terminal para cabo de conexão com o módulo B, LEDs indicadores do estado do analisador, terminais para conexão de energia elétrica, terminais de alimentação externa, comutadores de alimentação externa e interna, carga eletrônica e ventiladores para resfriamento da carga. Possui também um mostrador com tela sensível ao toque que faz a interface com o operador, permitindo o envio de comandos e o recebimento de informações do processo. Possui, também, interface com outros computadores, redes ou dispositivos de armazenamento de dados (*pen drivers*, discos externos, *SD Cards*, etc). Há um módulo de armazenamento interno capaz de armazenar os dados prévios das avaliações a serem executadas e os dados coletados durante os processos de avaliação, tais como tensão, corrente, potência e energia, além das imagens coletadas por intervenção. A carga eletrônica automática interna, controlada pela unidade de medida e processamento, é capaz de se introduzir automaticamente no circuito elétrico do medidor sob avaliação sempre que a corrente elétrica aferida for menor que um valor pré-determinado e programado no equipamento. Essa carga se ajusta automaticamente, de modo a manter esse valor mínimo de corrente ao longo do período de medição.

Descrição do Módulo B: O módulo B é composto por um processador específico além de uma câmera de vídeo capaz de obter imagens e vídeos do processo e fazer o reconhecimento automático da marca do disco (ou piscar do LED) do medidor sob avaliação. Possui também um mostrador com tela sensível ao toque capaz de mostrar informações sobre o andamento da avaliação e receber comandos externos. Esse módulo possui também dispositivo mecânico que permite acoplá-lo ao medidor sob avaliação durante o processo de reconhecimento da marca do disco (ou piscar do LED). A Figura 4 mostra o desenho em perspectiva do módulo B. Esse módulo possui

as unidades de captura e processamento de imagem composta pela câmera e sistema de processamento que permite a análise das imagens do disco girante ou do LED dos medidores para possibilitar o início e fim do processo de medição, enviando e recebendo comandos do módulo A. A tela sensível ao toque, além de permitir a visualização dos resultados e dos comandos emitidos durante o processo de avaliação de um medidor, indica dinamicamente o tempo, o número de revoluções (ou piscadas do LED) e o estado do processo de avaliação do disco. Pode ser utilizado também como máquina fotográfica ou filmadora de vídeo para a coleta de informações visuais do ambiente de teste. O módulo B é acoplado ao medidor por meio de ventosas, conforme mostrado na Figura 5. O seu posicionamento sobre o medidor tem um grau de liberdade bastante amplo, ou seja, a captura de imagem pode ser feita com a câmera fixada em qualquer posição e até de cabeça para baixo.



Figura 4. Módulo B – Lado do mostrador.

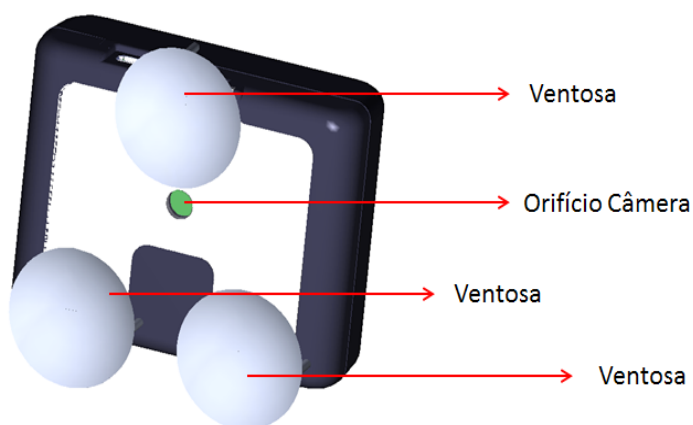


Figura 5. Módulo B – Lado da Câmera.

A Figura 6 apresenta o esquema de utilização do equipamento desenvolvido, a integração dos módulos A e B com as entradas e saídas do medidor de energia elétrica com a UC e a rede de energia elétrica.

O módulo A é conectado aos cabos de alimentação que chegam ao medidor sob avaliação. Esse módulo realiza a medida de tensão e corrente através do voltímetro e amperímetro internos. Neste módulo reside a carga eletrônica que será automaticamente inserida no momento em que não houver consumo de energia suficiente pela UC. A foto da Figura 7 apresenta os módulos conectados a um medidor eletromecânico em ambiente de laboratório.

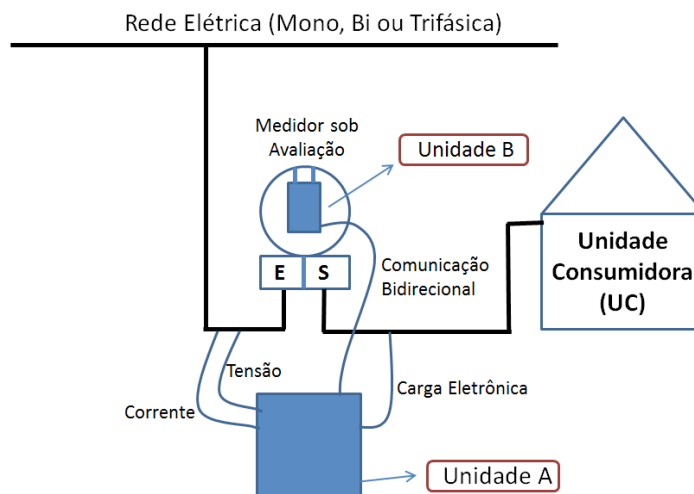


Figura 6. Esquema de Conexões do Equipamento.

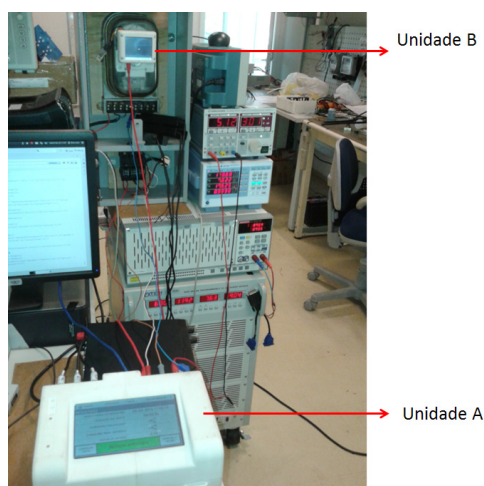


Figura 7. Equipamento conectado em Laboratório.

Detalhe do módulo B acoplado ao medidor de energia elétrica é mostrado na Figura 8.

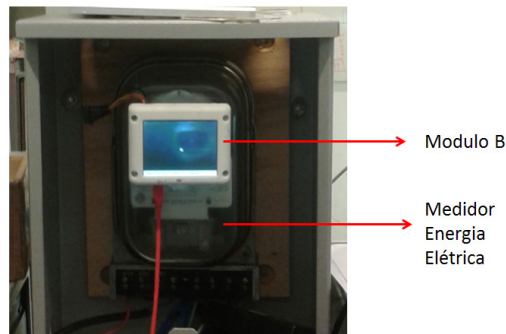


Figura 8. Detalhe do módulo B acoplado ao medidor de energia.

A seguir é descrito as etapas de execução das medidas em laboratórios. A sequência de fotos das Figuras 9 a 15 mostram estas etapas. Estas imagens mostram as telas do módulo A com as diversas opções de comandos de entradas disponíveis e amostragem de resultados durante o processo de medição e ao final deste.

Os resultados de testes do equipamento realizado em laboratório mostraram-se bastante repetitivos e com fator de desvio menor que 1%, comparando com um equipamento de referência de alta precisão (Yokogawa WT330 - Digital Power Meter). No desenvolvimento deste produto um dos maiores desafios foi justamente obter resultados precisos com as informações captadas e rapidamente processadas em tempo real.



Figura 9. Tela de inicialização do sistema.

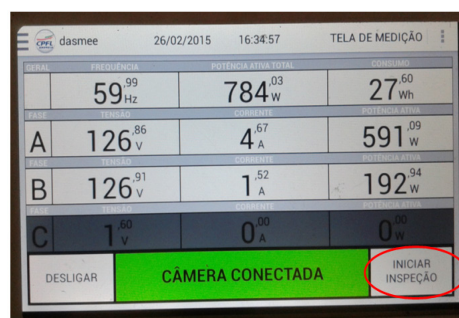


Figura 10. Tela de medição e botão de “INICIAR INSPEÇÃO”.



Figura 11. Primeira tela de dados de entrada.

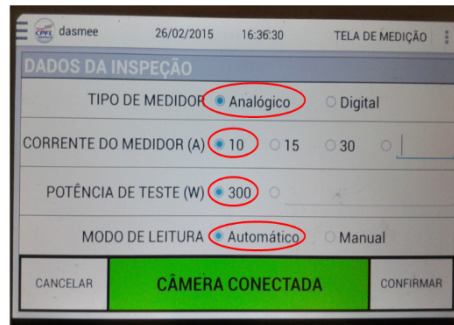


Figura 12. Segunda tela de dados de entrada

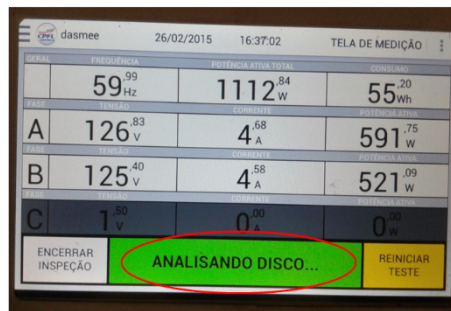


Figura 13. Análise e detecção do disco em andamento.



Figura 14. Tempo decorrido de avaliação.

RESULTADO	
DATA E HORA DO REGISTRO	26-02-2015 16:40:22
DURAÇÃO DO TESTE	00:03:05
CONSUMO CALCULADO	54 ⁰⁰ _{Wh}
CONSUMO REAL AFERIDO	54 ⁰⁷ _{Wh}
FATOR DE DESVIO	0,14
CANCELAR TESTE	MEDIDOR APROVADO
	REPETIR ou SALVAR

Figura 15. Resultado da avaliação.

Neste sentido foi desenvolvido algoritmo otimizado capaz de calcular com rapidez e precisão o consumo real aferido. Além deste, foi também bastante desafiador o desenvolvimento da carga eletrônica, pois a mesma necessitava ser de baixo volume e rápido resfriamento. Após inúmeras tentativas com diferentes tipos de resistores de mercado, optou-se pelo desenvolvimento de uma carga resistiva de fio de níquel-cromo (Ni-Cr) montada sobre um material isolante e resistente ao calor. Essa solução permitiu a redução do volume do equipamento a $\frac{1}{4}$ do desenvolvido na Fase Experimental e o tempo de resfriamento da carga de alguns minutos para cerca de 10 segundos.

As ligações elétricas para medida das tensões são feitas por meio de cabos elétricos, sendo o neutro dotado de garra tipo jacaré para conexão ao respectivo barramento e as fases por cabos dotados de pastilhas magnéticas que facilitam a conexão nos parafusos dos disjuntores que ficam na caixa de entrada, ou seja, não há necessidade de conexões sólidas ou de se ficar segurando a ponta de ligação nos condutores. A Figura 16 mostra como é realizado o contato dos cabos de tensão com os disjuntores.

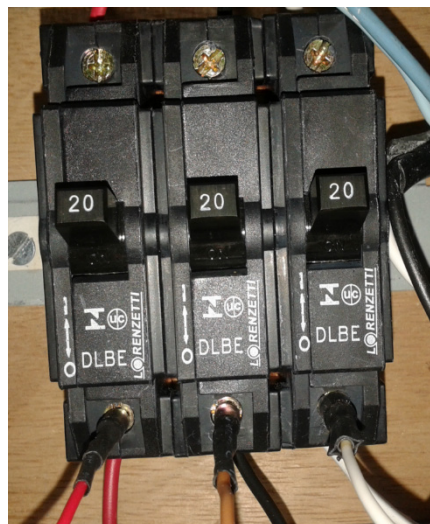


Figura 16. Cabos com ímãs nas pontas em contato com disjuntor.

A medida de corrente é feita pelo Transformador de Corrente (TC) tipo *Clamp* mostrado na Figura 17. A Figura 18 mostra o equipamento colocado na bolsa para transporte juntamente com seus acessórios. A utilização dessa bolsa, convenientemente desenvolvida, permite o transporte e utilização do equipamento sem a necessidade de

removê-lo de seu interior ou de desconexão dos cabos e sensores, aumentando a vida útil do equipamento e seus acessórios. Melhorias importantes foram realizadas em relação ao protótipo inicial, sendo nesta fase cabeça de série um equipamento mais compacto e mais leve.



Figura 17. TC do tipo *Clamp* para medida de corrente.

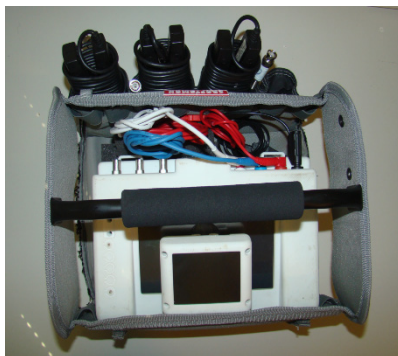


Figura 18. Equipamento e acessórios na bolsa para transporte.

3 | APLICAÇÃO EM CAMPO

O equipamento foi levado a campo para realização dos testes por operadores habilitados na realização de avaliação de medidores de energia. As Figuras 19 a 24 mostram as fotos tiradas em campo.



Figura 19. Painel de condomínio com vários medidores.



Figura 20. Medidor de energia em avaliação.



Figura 21. Detalhe da câmera acoplada ao medidor de energia.



Figura 22. Avaliação em campo na Escola de Ensino Infantil



Figura 23. Detalhe do acoplamento da câmera ao medidor de energia.



Figura 24. Equipe de campo.

As Figuras 25 e 26 mostram a tela do equipamento durante a medição em campo, mostrando a aprovação do medidor de energia em teste.



Figura 25. Tela do equipamento com medidor em processo de avaliação.

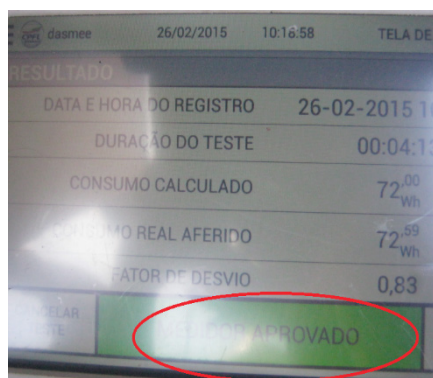


Figura 26. Final do processo de avaliação mostra o medidor aprovado.

4 | BENEFÍCIOS

Esse equipamento apresenta vantagens relevantes sobre todos os similares atualmente disponíveis no mercado, principalmente por ser não intrusivo e possuir resultados independentes da atuação dos operadores. Essas características permitem uma melhora significativa nos processos de avaliação, possibilitando ganhos de qualidade, segurança e confiabilidade. Tais vantagens foram destacadas pelas próprias equipes de avaliação durante os testes realizados em campo com o equipamento. Há que se destacar que diversas funcionalidades e melhorias foram implantadas nessa fase Cabeça de Série por sugestão das equipes participantes dos testes. A tabela I mostra os benefícios que serão obtidos através da implementação deste equipamento na CPFL. Considerando que são substituídos cerca de 240.000 medidores por ano (âmbito do Grupo CPFL – 2011) e que 5% deles não apresentam falhas, sendo o custo médio de R\$121,00 por substituição, calcula-se uma perda anual média de R\$ 1.452.000,00. Com o uso deste equipamento estima-se que 0,5% dos medidores em bom estado serão substituídos, ou seja, uma perda anual média de R\$145.200,00.

Benefícios	Parâmetro	Atual	P&D
Técnicos	Carga	Lâmpada Incandescente	Carga Eletrônica
	Leitura do ciclo	Manual (pera)	Automática
	Impacto à UC	Deve ser Desligada	Continua Ligada
	Registro dos dados de leitura	Manual	Automático
Comerciais	Custo de troca do medidor regular	--	Redução de R\$ 1.307.000,00/Ano
	Perda receita / medidor irregular	--	Redução de R\$ 200.000,00/Ano
	Tempo de operação / UC	--	Redução de 20%

Tabela I. Benefícios do equipamento desenvolvido

Assim, haverá uma economia na troca de medidores regulares de cerca de R\$1.307.000,00. Além disto, a Recuperação de Perdas Comerciais (RPC) anual é estimada em R\$200.000,00. Portanto, em termos de benefícios comerciais, somando-se custo de troca do medidor regular mais a perda de receita por medidor irregular, chega-se a uma economia em torno de R\$1.500.000,00 anuais. Há outros ganhos como a redução de 20% no tempo médio do processo de validação por medidor, redução de retornos por não possibilidade de desligamento e aumento da segurança dos profissionais envolvidos no processo de avaliação pela não necessidade de desligamento e religamento da UC. Neste projeto esses ganhos não foram

contabilizados em termos monetários, mas em ganhos intangíveis.

5 | CONCLUSÕES

Este equipamento tem uma grande aplicabilidade para as concessionárias de energia elétrica em substituição aos equipamentos e processos atuais de avaliação de medidores no campo, melhorando a qualidade das avaliações de medidores de energia elétrica no campo por ser um processo não invasivo, mais rápido, mais preciso, mais seguro e com resultados independentes dos operadores. A característica de ser não intrusivo dispensa a necessidade de envio de avisos de desligamento às unidades consumidoras, permitindo que as avaliações sejam feitas a qualquer momento e sem o prévio aviso. As características mais importantes deste equipamento estão relacionadas à utilização de processo de captura dinâmica de imagem da marca do disco de medidores eletromecânicos ou o piscar do LED em medidores eletrônicos. Este processo é inédito, ou seja, não foi encontrado algo similar publicado. Além disto, este equipamento utiliza a corrente consumida pela própria UC para a realização da avaliação, ou, na falta dessa, são introduzidas e controladas automaticamente cargas eletrônicas nas fases, mantendo uma corrente mínima suficiente para a execução da avaliação. Os dados referentes às avaliações a serem realizadas em determinado período podem ser previamente armazenadas no equipamento. Os resultados das avaliações são automaticamente armazenados em banco de dados do equipamento ficando disponível para posterior processamento. A avaliação desse equipamento mostrou-se bastante prática e com resultados de medidas dentro do padrão exigido pelas concessionárias de energia. O equipamento e seu processo de avaliação desenvolvidos durante a Fase Experimental do projeto foi objeto de pedido de Patente no INPI sob o nº PI 1106515-0, Bertuzzo (2011). As novas funcionalidades adicionadas nessa Fase Cabeça de Série serão incluídas ao pedido de patente em andamento.

REFERÊNCIAS

BERTUZZO, J. E.; BARACAT, J. M. A. **Equipamento Automático e Não Intrusivo para Avaliação de Medidores de Energia Elétrica no Campo**, Patente BR – INPI - PI 1106515-0, 29 novembro de 2011.

FERMINE, A.D.; GALLO, D.; LANDI, C.; LUISO, M., **Advanced Instrument For Field Calibration of Electrical Energy Meters Instrumentation and Measurement**, IEEE Transactions on Vol. 58, Issue 3, pp 618-625, Mar.2009.

PARANHOS, I.; LIBANO, F.; MELCHIORS, J.; MANO, O.; ROENICK, A.; **Power energy meter in a low cost hardware/software**, Power Electronics and Applications, 2007 European Conference on, 2-5 Sept. 2007 Page(s):1 – 9.

WOLANIUK, G. B.; DEMONTI, R.; PAIVA, S. Nunes de, **Unidade de verificação de medidores de energia elétrica em serviço**, Patente BR – INPI - PI 0901080-7, 23 de março de 2009.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-086-5



9 788572 470865