

Padrão de Energia para Calibração de Medidores em Laboratório ou em Campo

Rios, L. R. F., Batista J.P.A., Ribeiro F. R., Diório, F. A., Mafra Jr., J. J., Ribeiro, C. A. S.

Resumo – Visando verificar o desempenho dos medidores de energia elétrica, tanto eletromecânicos como eletrônicos, em laboratório e em campo, foi desenvolvido um padrão portátil trifásico de energia - PRECISION FIELD - que automatiza as calibrações, bem como a emissão de relatórios. O instrumento substitui com vantagens técnicas e econômicas os atuais padrões de energia disponíveis comercialmente. Foram utilizadas tecnologias de medidores eletrônicos, de microprocessamento e de informática que aliadas a uma configuração mecânica adequada, proporcionam facilidades operacionais nas calibrações, sobretudo em campo. A solução alcançada propicia um redução de tempo de instalação, alta exatidão nas medições, boa performance operacional e facilidade de diagnósticos e de emissão de relatórios.

Palavras-chave – Medição, Padrão de Energia, Fraudes e Perdas, Inspeção de Medidores, Proteção de Receita

I. INTRODUÇÃO

Há anos as concessionárias vêm se frustrando diante das dificuldades técnicas e econômicas de operacionalizar de forma satisfatória a verificação dos medidores de energia em campo. Tal fato deve-se aos altos custos dos padrões de energia e às dificuldades operacionais em conectá-los aos medidores instalados nos padrões de entrada.

Em 2005 foi dado início ao projeto de P&D172 (código Aneel: 0049-126/2005) – “Desenvolvimento de um Padrão Portátil de Baixo Custo para Inspeção e Verificação de Medidores de Energia Elétrica em Campo”[1] pela CEMIG e pela tradicional empresa fabricante de equipamentos e sistemas de medição NANSEN S. A. Instrumentos de Precisão, objetivando obter um padrão com especificações para industrialização, capaz de viabilizar a inspeção e a verificação dos medidores tanto em laboratório como em campo.

A medição para faturamento de energia elétrica é regula-

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica regulado pela ANEEL.

Este trabalho foi apoiado pelas áreas de Medição e de Gestão das Perdas da CEMIG Distribuição.

Rios, L. R. F. é Engenheiro de Tecnologia e Normalização da CEMIG Distribuição e Gerente do Projeto de P&D172/2005 (email: lrenatof@cemig.com.br).

Batista, J.P.A. é Técnico do Sistema Elétrico da CEMIG Distribuição (email: joao.aguiar@cemig.com.br).

Ribeiro, F. R. é da empresa NANSEN e Coordenador do Projeto P&D172/2005 (e-mail: felix@nansen.com.br).

Mafra Jr., J. J. e Diório, F.A. são Engenheiros Eletricistas e Pesquisadores na NANSEN (e-mail: johnny@nansen.com.br e diorio@nansen.com.br).

Ribeiro, C. A. S. R. é Engenheiro de Controle e Automação e pesquisador na Nansen (e-mail: cesar.ribeiro@nansen.com.br).

mentada por legislação específica, Regulamentos Técnicos Metrológicos (INMETRO) e Normas Técnicas (ABNT), requerendo que os medidores tanto eletromecânicos como eletrônicos tenham seu funcionamento regido por determinados parâmetros. Dentre esses, destaca-se a precisão das medidas realizadas. Para a verificação dessa precisão e dos respectivos “erros”, utilizam-se normalmente medidores de alta precisão denominados “padrões de energia”.

Esses padrões verificam tanto os erros de medidores novos, como dos reparados e dos que se encontram instalados nas unidades consumidoras das concessionárias de energia elétrica. O presente projeto visou desenvolver um padrão de energia que atende a todas essas finalidades, mas com o propósito de atender principalmente as calibrações dos medidores instalados, na própria unidade consumidora.

O procedimento de calibração em laboratório de um medidor instalado em uma dada unidade consumidora causa custos: a) de retirada; b) de instalação de um novo medidor; c) de deslocamento do medidor retirado até o laboratório de calibração da concessionária e; d) custos de estoque. Além disso, pode gerar suspeitas ao consumidor sobre os erros detectados, tendo em vista que na maioria das vezes o cliente não possui tempo nem recursos financeiros para acompanhar a calibração no laboratório da concessionária. Ressalta-se que, normalmente, esse laboratório encontra-se em uma unidade centralizada da Empresa.

Verificando a tabela I, pode-se mensurar a economia possível com a calibração em campo em relação à avaliação de um medidor em laboratório.

Tabela I. Custos médios para avaliação de medidor em laboratório

Descrição do custo	Valor aproximado (R\$)
Custo de retirada/instalação de medidor	41,00
Custo do medidor requisitado ¹ – custo do medidor devolvido ²	25,00
Transporte do medidor da cidade de origem ao laboratório	5,00
Custos administrativos de acerto de leitura e comunicação com o cliente	3,00
Custo da calibração em laboratório	40,00
Custo de calibração em campo (se medidor normal)	(27,00)
Total	87,00
1. Em geral são medidores novos ou recém- reformados. 2. Refere-se a quanto vale um medidor devolvido com suspeita de estar defeituoso, mesmo não estando nesta condição.	

Na tabela II, verifica-se a quantidade de medidores que foram avaliados em laboratório a pedido do cliente. Em 2010, por exemplo, foram avaliados 5.933 medidores, estando 91% deles sem incorreções. Considerando o custo médio líquido de R\$ 87 para a avaliação de cada medidor que foi enviado desnecessariamente ao laboratório, tem-se um total de quase R\$357 mil. Nos últimos três anos, esse valor alcança quase R\$1,2 milhão.

Tabela II. Quantidade de medidores avaliados e potencial de economia

Ano	Medidores avaliados (unid.)	Medidores <u>sem</u> incorreções (unid.)	Medidores <u>sem</u> incorreções (%)	Economia pot. estimada (R\$)
2008	4.450	4.101	92%	356.787,00
2009	4.442	4.085	92%	355.395,00
2010	5.933	5.408	91%	470.496,00
Total	14.825	13.594	92%	1.182.678,00

Cabe aqui enfatizar que aproximadamente 92% dos medidores que foram enviados para laboratório apresentaram funcionamento normal, ou seja, poderiam ter permanecido em campo. Dos 8% restantes, a maioria apresentou registro de energia a menor, ou seja, estava prejudicando a Distribuidora. Neste caso, ocorre outro problema, pois alguns clientes, apesar de terem sido convidados a acompanhar a avaliação em laboratório não comparecem ao mesmo. Assim, alguns apontam desconfiança se o resultado está realmente adequado, podendo solicitar nova calibração no Inmetro, o que gerará mais custos, para a Distribuidora e mesmo para o cliente.

Tendo em vista essa problemática, o padrão de energia desenvolvido teve como foco principal a obtenção de um instrumento capaz de calibrar os medidores instalados nas unidades consumidoras sem que os mesmos sejam retirados, possibilitando o acompanhamento “in loco” pelo consumidor e desta forma, trazendo grande economia, tanto aos consumidores como às concessionárias, bem como transparência ao processo.

Também, o prazo de resposta sobre a situação do medidor é bem menor. Para os casos de calibração em campo, o tempo médio de resposta é de 7 dias, enquanto o retorno ao consumidor sobre a condição de funcionamento do medidor calibrado em laboratório deve levar até 30 dias.

Outros fatores não menos importantes buscados no desenvolvimento foram que o padrão de energia: a) seja trifásico, permitindo a calibração de todos os tipos de medidores (monofásicos 2 e 3 fios e polifásicos 3 e 4 fios); b) seja de baixo custo, fator relevante tendo em vista o alto custo dos padrões atualmente comercializados; c) tenha a operação controlada por software capaz de emitir laudos a serem entregues aos consumidores e às áreas pertinentes das concessionárias; d) seja de fácil operação, não requerendo grandes especialidades dos técnicos da empresa, e; e) possibilite calibrações que demandem curtos períodos de tempo.

Este desenvolvimento, combinado com as pesquisas realizadas sobre a aplicação, através de literaturas, normas e legislação em vigor, permitiu definir:

- as características de exatidão, os sensores a serem utilizados, os requisitos de segurança e as características de comunicação do medidor/registrator com um notebook e/ou

PC;

- os requisitos e as funcionalidades necessárias da aplicação do padrão desenvolvido na calibração em campo dos medidores;

- o estudo dos sistemas de medição da concessionária (padrões de entrada e medidores usados) indicou o dimensionamento da faixa de medição a ser atendida, o dimensionamento dos microprocessadores do medidor/registrator, das memórias e do display utilizados no medidor/registrator do padrão e o layout do gabinete físico desenvolvido; e

- o acompanhamento em campo de calibrações e reuniões com o corpo técnico da área de Proteção da Receita da concessionária subsidiou várias melhorias no produto.

II. CARACTERÍSTICAS DO PADRÃO DE ENERGIA

O padrão trifásico portátil desenvolvido neste projeto é composto basicamente dos seguintes componentes: garras de tensão, alicates de corrente, sensor de pulsos/voltas do disco, medidor/registrator microprocessado com teclado, display e software.

Dentre as vantagens do Precision Field em relação aos concorrentes, podemos citar: facilidade de operação, custo competitivo, software de operação, design que favorece a operação em campo, armazenamento de dados bastante amigável e baixo peso.

A. Hardware

As características principais do padrão de energia são:

- Medição de tensão: 90 a 280 volts
- Medição de corrente: 0,025 a 120 ampéres
- Exatidão: classe 0,2 em conexão direta (0,06 a 10 A), classe 0,5 em conexão por alicates de corrente (1 a 120A)
- Frequência: 45 a 65 hertz
- Consumo: 10 VA
- Tipos de medição: energia ativa e reativa
- Temperatura de operação: 0°C a 70°C
- Coeficiente de temperatura 0,02%/K
- Grau de proteção: IP50
- Dimensões: 91 x 173 x 266 mm
- Peso: 1,3 kg.

Na figura 1, a seguir, pode-se visualizar o diagrama de blocos do circuito eletrônico que compõe o hardware usado no padrão de energia desenvolvido. Ele possui 3 elementos sensores de tensão cujas tensões são obtidas por pinças que alimentam divisores resistivos internos e por 3 elementos de corrente. Transformadores de corrente toroidais de alta linearidade são usados internamente nas medições de correntes diretas, enquanto nas medições de correntes indiretas são usados alicates de corrente que captam as correntes que circulam pelos medidores a serem testados, sem a necessidade de se interromper os respectivos circuitos. A comutação dos sinais de corrente oriundos dos TCs e dos alicates é feita por circuitos lógicos no Condicionador de Sinais(3). Neste também são conformados os sinais de tensão da rede elétrica que irão alimentar tanto o medidor a ser testado como o próprio padrão de energia, através da Fonte de Alimentação(1),

bem como os sinais de correntes.

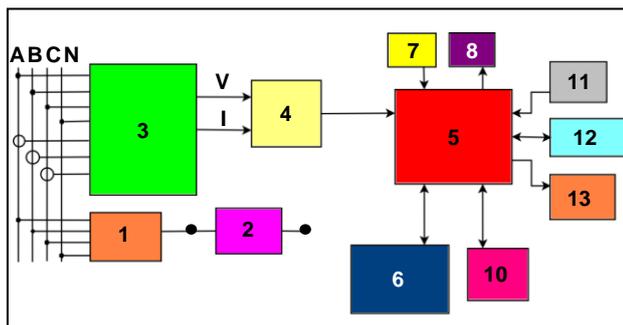


Figura 1. Diagrama de Blocos do PRECISION FIELD.

Na figura 2, vê-se os sensores para medição de correntes diretas que se localizam no interior do padrão.

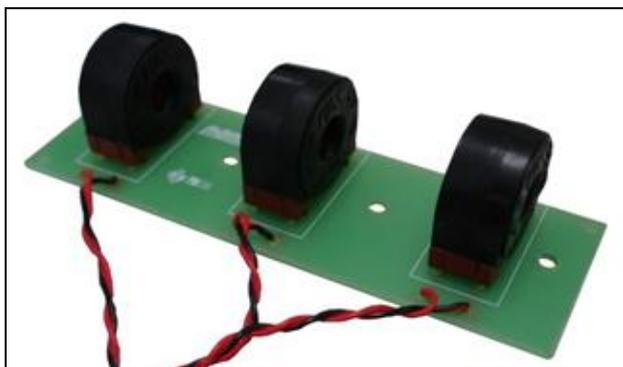


Figura 2. Transformadores Toroidais para Medições de Correntes Diretas.

Na figura 3, vê-se o alicate usado no padrão para medição de correntes indiretas, sem a interrupção da alimentação do medidor sob teste.



Figura 3. Alicate para Medições de Correntes Indiretas.

A Fonte de Alimentação(1), além de suprir a energia de todo o circuito eletrônico para a operação do padrão de energia, alimenta também o Sensor de Pulsos(11) e a Fonte Auxiliar de Energia (2) composta por um Supercap e uma Bateria que alimentam as partes críticas do padrão (CPUs e Memórias) quando existe falta de energia na rede.

Os sinais de tensões e correntes analógicos conformados no Condicionador de Sinais(3) são entregues ao Conversor Analógico/Digital(4) de 12 bits, para amostragem e conversão dos mesmos para valores digitais, que o Processador Principal(5) irá tratar e calcular os correspondentes valores de energias. O modo de cálculo utilizado é o Aritmético sem Harmônico. Existe ainda um Microcontrolador Auxiliar(6), responsável pelos sinais do Relógio de Tempo Real e “Wat-

ch Dog Timer” e um Banco de Memórias(6) onde são armazenados os programas e os dados processados.

O padrão possui duas interfaces com o usuário: o Teclado(7) com 16 teclas cujos sinais são decodificados diretamente pelo Processador Principal(5) e o Display(8), por onde o usuário poderá acompanhar toda a navegação de entrada de dados em tempo real, bem como os resultados das informações medidas e processadas. Na figura 4, abaixo, pode-se visualizar o Display(8) usado no padrão de energia, inclusive com registros das grandezas elétricas medidas em cada uma das fases.



Figura 4. Display de Cristal Líquido usado no Padrão de Energia.

O padrão ainda possui 3 interfaces digitais: o Sensor de Pulsos(11), por onde são captados os pulsos oriundos do medidor sob teste (sensor óptico ou acionador manual) e enviados ao Processador Principal(5); Porta Óptica de Comunicação(12), que possibilita a troca de informações do Processador Principal(5) do padrão de energia com um computador; e a Saída de Pulsos, para Calibração(13) de kWh e de kvar, cujos pulsos são gerados diretamente pelo Processador Principal(5). Na foto da figura 5, a seguir, pode-se observar o Sensor de Pulsos(11).



Figura 5. Sensor para Captação de Pulsos em Medidores Instalados.

Na figura 6, pode-se visualizar Porta Óptica de Comunicação(12), composta por um led e um foto-transistor para comunicação com um computador na taxa de comunicação de 9.600 bps.



Figura 6. Porta Óptica de Comunicação Usada no Padrão de Energia

As medições de correntes no padrão de energia podem ser feitas através de dois circuitos distintos: TCs internos ou alicates. Como os TCs internos medem correntes de amplitude menor que 20A, com erro de 0,2%, e os alicates medem correntes de até 120A, com erro de 0,5%, curvas de correção de erros específicas devem ser realizadas pelo Processador Principal(5). O software do equipamento é capaz de detectar quando o Alicate está conectado ao padrão e, assim, chavear para a curva de correção de erro específica automaticamente, facilitando o uso do equipamento e evitando erros na calibração de medidores. O diagrama destas conexões pode ser melhor compreendido pela figura 7, a seguir.

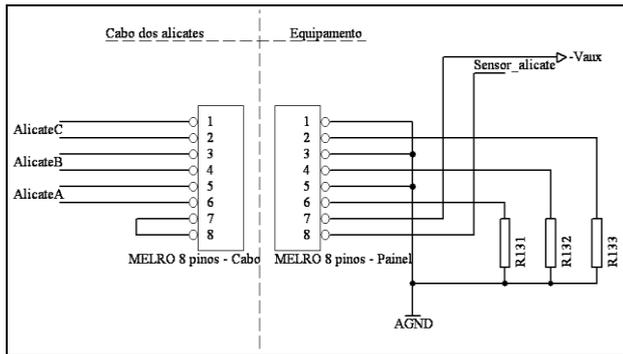


Figura 7. Esquema de Ligação do Sensor de Comutação dos TCs /Alicates

Conforme se pode observar, ao fechar o conector tipo “Melro”, os pinos 7 e 8 do padrão são interligados de modo a alimentar a porta de controle do Processador Principal(5) com a tensão auxiliar, alterando a curva de correção de erros para “Alicates”. Nas figuras 8 e 9, a seguir, vê-se o conector “Melro” na vista interna e externa.



Figura 8. Conector “Melro” para Alicates – vista externa.

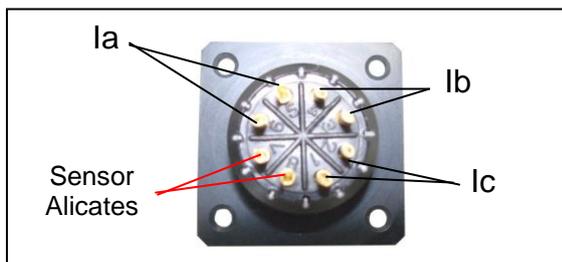


Figura 9. Conector “Melro” para Alicates – vista interna.

Finalmente, o módulo Memórias(6) é composto por 3 memórias distintas: a memória de dados, a memória de programa e a memória de massa.

A memória de dados é uma memória RAM (volátil) de 32 kBytes e é ligada diretamente ao barramento do Processador Principal(5). É alimentada pelo Supercap/Bateria. Portanto, na prática, ela não é volátil.

A memória de programa é uma memória flash de 128 kBytes e é ligada também diretamente ao barramento do Processador Principal(5). Esta memória é dividida em 2 blocos de 64kBytes e estes são selecionados pelo sinal Flashpage.

A memória de massa é uma memória flash de 512 kBytes e é conectada ao barramento SPI. Esta memória é utilizada para armazenamento de dados persistentes dos aplicativos tais como o cadastro de clientes/medidores e resultados de testes já concluídos. É possível armazenar até 2.000 medidores com o código do medidor, código do operador, nome do cliente, endereço, telefone, campo para descrição, valores instantâneos de tensão, corrente, ângulos de corrente, potência ativa, potência reativa, potência aparente, fator de potência, energia ativa, energia reativa, energia aparente e frequência, por fase e totalizadas, nas medições polifásicas, além dos erros percentuais do medidor sob teste.

B. Mecânica

Considerando os novos materiais e as especificações de requisitos mecânicos desejados para o padrão de energia industrializável, foi idealizada a montagem em uma caixa plástica composta basicamente de 2 partes: a tampa e a base. Na figura 10, a seguir, pode-se ver a tampa, as perfurações por onde serão encaixados o Display(8) e o Teclado(7) e a etiqueta do painel.



Figura 10. Tampa Frontal com Painel do Padrão de Energia.

Na figura 11, pode-se visualizar o Display(8) e o Teclado(7) montados na tampa, e posteriormente sobre os mesmos, a montagem do circuito impresso do circuito eletrônico principal do padrão de energia elétrica.

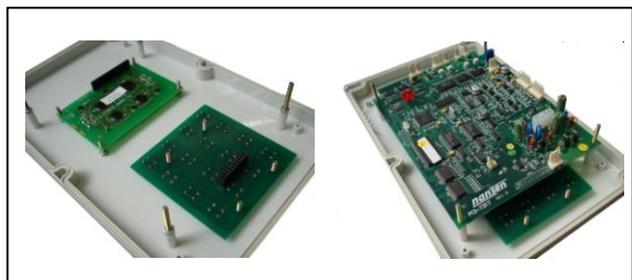


Figura 11. Display, Teclado e Placa Eletrônica Principal montada na parte de trás da tampa do Padrão de Energia.

Sob a tampa, existe a parte inferior da caixa com as furações para receber os bornes e conectores que farão o interfacamento do padrão de energia com o ambiente externo. Na figura 12, a seguir, pode-se observá-la.



Figura 12. Caixa do Padrão de Energia em Plástico.

Na figura 13, observa-se a montagem dos bornes, conectores, sensores de corrente direta e a placa eletrônica da Fonte de Alimentação(1) e da Fonte Auxiliar(2) sobre a caixa, bem como a tampa também montada com o Display(8), o Teclado(7) e a placa eletrônica principal.

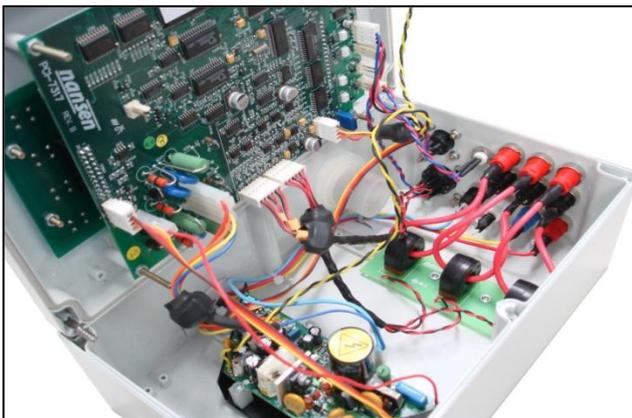


Figura 13. Montagem Interna do Padrão de Energia.

Finalmente, na figura 14, vê-se o aspecto externo do padrão de energia – PRECISION FIELD. Na lateral pode ser visualizada a Porta Óptica de Comunicação(12).



Figura 14. Aspecto Externo do Padrão de Energia.

C. Software

Para facilitar a transferência de informações sobre os en-

saio a serem executados e resultados armazenados na memória do Padrão Portátil, foi desenvolvido um aplicativo (Pégasus) em linguagem Delphi. Este software tem como funcionalidade básica a gestão de operadores, clientes, ensaios e resultados dos mesmos. O Pégasus roda em um computador e pode ainda ser utilizado em campo com a ajuda de um notebook.

Antes de sair a campo, o operador poderá cadastrar os dados relativos aos medidores que serão testados para, posteriormente, transferi-los ao padrão. Uma vez em campo, o operador seleciona o cliente e executa o ensaio. Os dados sobre o ensaio são registrados na memória do Padrão Portátil e poderão ser transferidos para o Pégasus.

Para melhor compreensão das funcionalidades a serem realizadas pelo software do padrão de energia, na figura 15 são listadas, de forma gráfica, as principais relações entre o usuário (técnico de medição) e o padrão de energia.

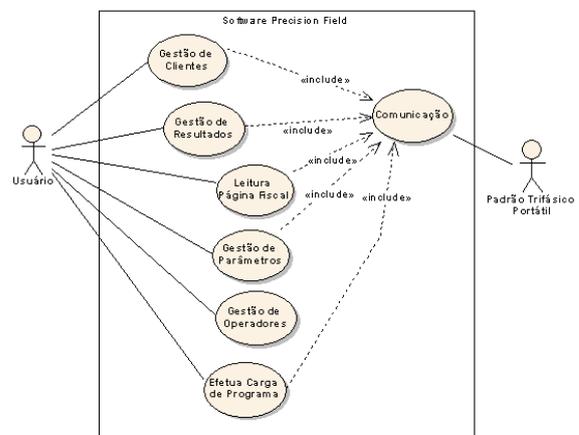


Figura 15. Principais Funcionalidades do Software do Padrão de Energia.

Essas relações são mostradas no software Pégasus em 15 telas diferentes. A seguir são mostradas as principais telas. Na figura 16 está a visualização da tela inicial do software, no momento em que ele é iniciado.

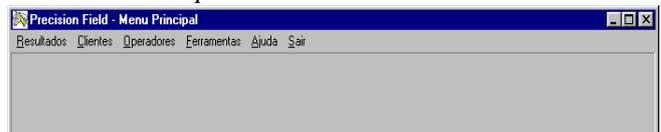


Figura 16. Tela Inicial do Pégasus

Na figura 17, a seguir, está a visualização da tela “Menu Gestão de Resultados”, acessada a partir do menu “Resultados-Gestão”.

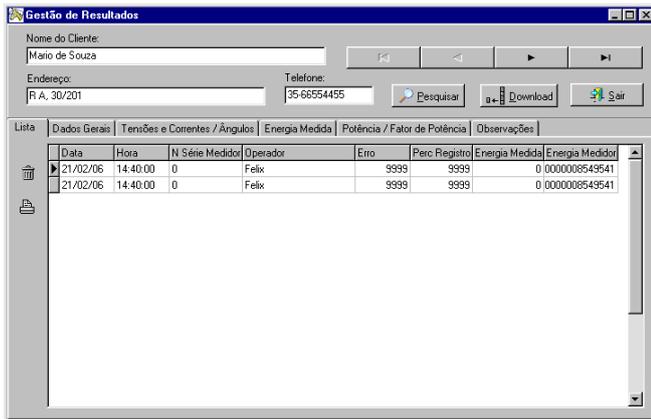


Figura 17. Tela Menu Gestão de Resultados.

Nela são listados os dados básicos de todas as medições realizadas nos medidores, dentre eles: a) o número do teste, data e hora; b) tensão e corrente (com ângulos) de cada fase; c) energia ativa, reativa e aparente de cada fase e polifásica, quando for o caso; d) potências (ativa, reativa e aparente de cada fase e polifásica, quando for o caso); e) fator de potência de cada fase e polifásico, quando for o caso e; f) o campo observações. Este é o único campo que pode ser alterado nesse menu, onde são inseridas informações que o operador venha a considerar relevantes.

Na figura 18, a seguir, tem-se a visualização da tela “Menu Gestão de Clientes”, acessada a partir do menu “Clientes-Gestão”. Nela se realiza a transferência dos clientes cadastrados no software para o padrão de energia.

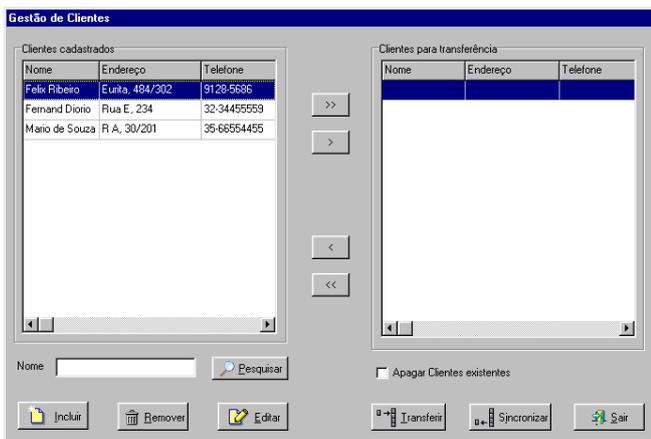


Figura 18. Tela Menu Gestão de Clientes.

Para cadastrar um novo cliente, basta clicar sobre o botão “Incluir” que será aberta uma tela de cadastro de cliente.

No padrão de energia elétrica – PRECISION FIELD foi incluída a “Página Fiscal”, recurso agregado aos medidores eletrônicos nacionais regulamentados pelas Normas ABNT, já há alguns anos. Seu uso é familiar aos técnicos de medição das concessionárias nacionais e através dela é possível visualizar as grandezas elétricas que estão sendo medidas num dado momento, bem como verificar a correta ligação (faseamento e polaridades) dos medidores.

Na figura 19, a seguir, está a visualização da tela da “Página Fiscal”, acessada a partir do “Menu Ferramentas”. Nela é possível visualizar o diagrama fasorial, das potências e de

outros parâmetros que são calculados em função das medições realizadas.

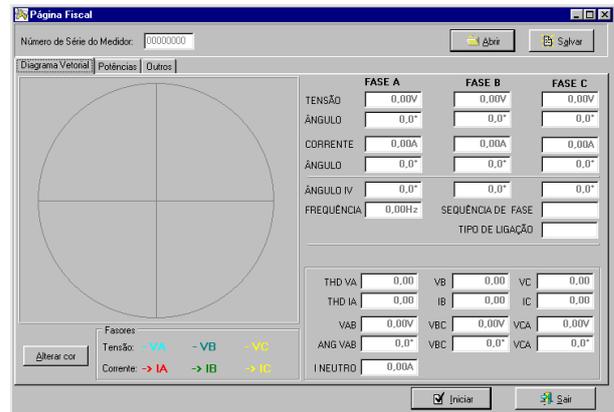


Figura 19. Tela Página Fiscal – Diagrama Fasorial.

III. CERTIFICAÇÃO DO PADRÃO DE ENERGIA

Após aprovação dos protótipos nas provas de conceito e nos testes e ensaios de desempenho nos laboratórios da NANSSEN com base nas normas ABNT – NBR14519 - Medidores eletrônicos de energia elétrica (estáticos) – Especificação[2] e NBR 14520, Medidores eletrônicos de energia elétrica (estáticos) – Método de Ensaio[3], foi verificada a performance de operação dos protótipos no Laboratório Eletrônico de Medição – LEM da CEMIG.

Trata-se de um laboratório de referência do Watt-hora Padrão da CEMIG-D, onde também são realizadas as análises de protótipos de medidores e de transformadores de medidas. Esse laboratório há alguns anos vem prestando serviços de calibração de padrões de energia ativa para outras empresas de instrumentação e medição legal, fabricantes de medidores, indústrias, reformadoras de medidores e Distribuidoras. O LEM é um laboratório acreditado pelo INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial e certificado pelo Bureau Veritas Quality International – BVQI no Sistema de Gestão da Qualidade - ISO 9002.

Dos 10 protótipos construídos no projeto e enviados à CEMIG, o LEM selecionou aleatoriamente as amostras de números de série 1 e 9 para os ensaios de certificação. Os ensaios foram realizados com base no item B.7 do RTM – Regulamento Técnico de Medição constante na Portaria INMETRO 431:2007[4].

Os resultados destes ensaios encontram-se nos relatórios fornecidos pelo LEM:

- Relatório RVP0001[5] – Relatório de Validação de Produto, realizado em 03/02/2010.
- Relatório RVP0009[6] – Relatório de Validação de Produto, realizado em 03/02/2010.

A seguir, são apresentadas as curvas de calibração de energias ativas e reativas do protótipo N^o 00009 do padrão PRECISION FIELD, realizados no LEM pelos Padrões de Referência Monofásicos marca Radian, modelo RM-11, classe 0,025 (250 p.p.m).

Nas figuras 20 a 23, observam-se as principais curvas de erros do padrão de energia para as energias ativas e reativas em função das variações da corrente direta. Em vermelho encontram-se os limites do índice de classe D (classe 0,2). Em verde encontram-se os limites do índice de classe C (classe 0,5).

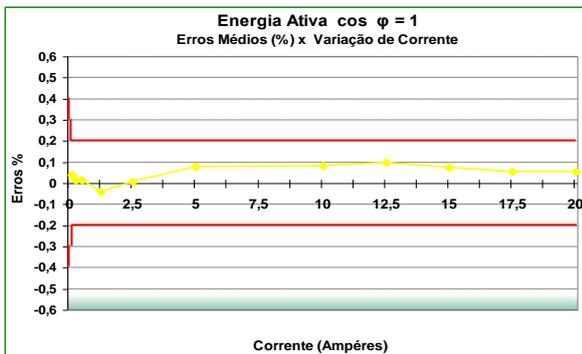


Figura 20. Curva de Corrente para carga ativa trifásica equilibrada $\cos \phi = 1$ – corrente direta

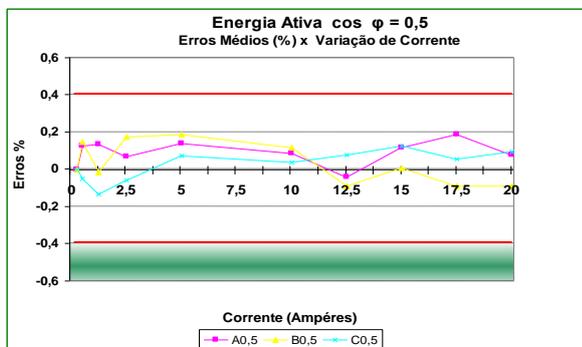


Figura 21. Curva de Corrente para carga ativa monofásica por elemento

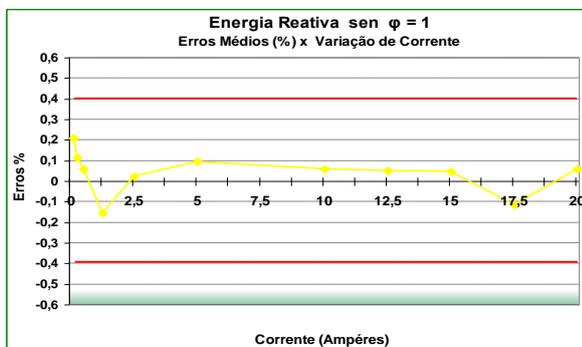


Figura 22. Curva de Corrente para carga reativa trifásica equilibrada $\sin \phi = 1$ – corrente direta

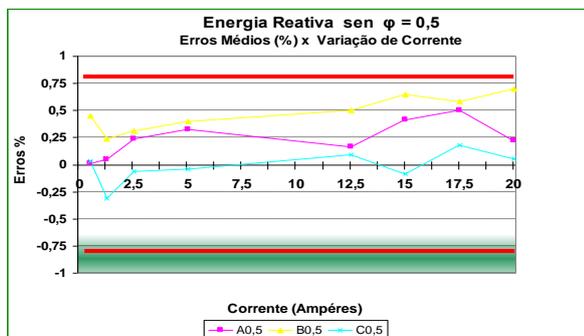


Figura 23. Curva de Corrente para carga reativa monofásica por elemento $\sin \phi = 0,5$ – corrente direta.

Nas figuras 24 a 27, observam-se as principais curvas de erros do padrão de energia para as energias ativas e reativas

em função das variações da corrente indireta medida pelos alicates de corrente. Em azul encontram-se os limites do índice de classe C (classe 0,5).

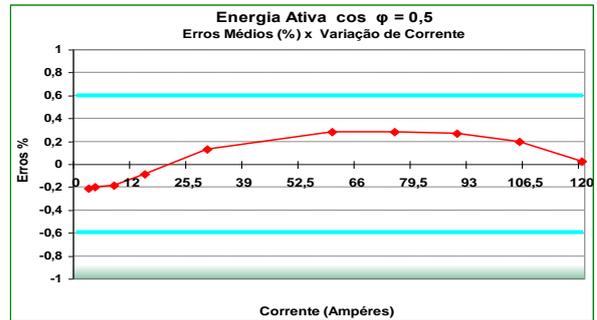


Figura 24. Curva de Corrente para carga ativa trifásica equilibrada $\cos \phi = 0,5$ – medição por alicates.

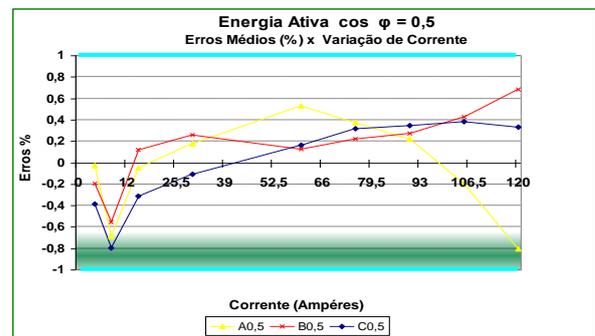


Figura 25. Curva de Corrente para carga ativa monofásica por elemento $\cos \phi = 0,5$ – medição por alicates

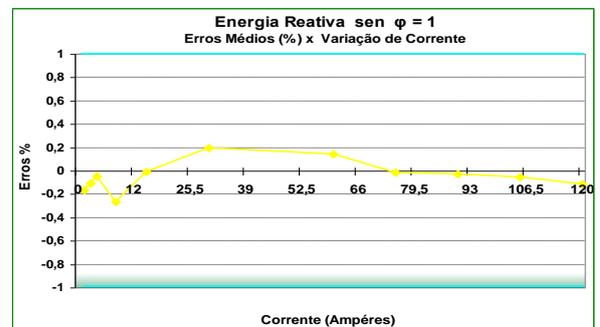


Figura 26. Curva de Corrente para Carga Reativa Trifásica Equilibrada $\sin \phi = 1$ – medição por alicates

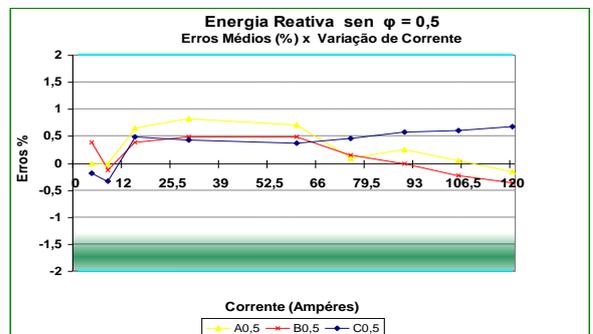


Figura 27. Curva de Corrente para carga reativa monofásica por elemento $\sin \phi = 0,5$ – medição por alicates.

IV. TESTES DE CAMPO DO PADRÃO DE ENERGIA

Foram construídas neste projeto de P&D, 10 unidades do padrão portátil trifásico de energia – PRECISION FIELD,

que continuam a serem testados pelas áreas de Proteção da Receita e de Serviço de Campo da CEMIG, na calibração de medidores instalados nas unidades consumidoras dos seus clientes. Tais testes continuam a fornecer dados de desempenho para os parceiros e sugestões de melhorias, para que o produto final a ser produzido em escala industrial tenha os melhores recursos para facilitar a execução dos testes e a compreensão destes pelos clientes.

V. ENSAIOS EM LABORATÓRIO EXTERNO

Para validação dos protótipos em um laboratório externo, foram selecionadas duas amostras (as de número de série 10 e 5). Estas peças foram testadas no Laboratório Metrum (Belo Horizonte) em vários pontos para energia ativa e reativa, definidos em conjunto com a CEMIG e os resultados obtidos foram satisfatórios, confirmando o desempenho do produto. Os resultados gerados nestes ensaios foram registrados nos relatórios:

- CC-MLAB 0006-10_01.pdf, e
- CC-MLAB 0006-10_02.pdf.

VI. EVOLUÇÃO E MELHORIAS NO PADRÃO DE ENERGIA

As 10 peças desenvolvidas no escopo deste projeto já estão sendo utilizadas para a calibração de medidores em campo pela CEMIG. Todas as eventuais falhas ou oportunidades de melhorias são registradas e repassadas à Nansen, para aprimoramento e considerações para uma eventual linha comercial.

Foi desenvolvido um manual de utilização para que os eletricitistas e técnicos adotem o procedimento adequado de uso. O retorno dado pelas Equipes de Campo, atualmente, é bastante satisfatório, principalmente sobre a facilidade de uso e o tempo de execução dos ensaios, que foi reduzido em mais de 50 por cento.

Os resultados da realização do projeto piloto, com a produção de 10 peças do padrão de energia, certamente irá gerar a necessidade de atendimento a novos requisitos, para melhor adequação do produto à realidade operacional da distribuidora e clientes.

Para uma eventual nova etapa a ser elaborada e dependendo da viabilidade econômica do plano de negócio, devem ser consideradas as oportunidades de:

- redefinir componentes e embalagem;
- estabelecer maior robustez de compatibilidade eletromagnética;
- otimizar as partes mecânicas e de ferramentaria;
- revisar questões de segurança e de manuseio;
- reavaliar as partes visuais, debug de firmware e software;
- aumentar a confiabilidade de todos os demais detalhes do produto;
- criar um padrão sem o uso de pinças amperimétricas, para uso com correntes limitadas, a fim de

reduzir ainda mais o preço do equipamento.

Os pontos acima devem ter foco em aumentar a qualidade, a facilidade de manuseio, a rigidez mecânica, a segurança, a confiabilidade de hardware, firmware e software, o layout final do produto e reduzir custos de fabricação. Além disso, deve ser desenvolvido o processo de fabricação em série adequado para a produção na escala necessária para atender à demanda do mercado.

Pretende-se, ainda, realizar um amplo estudo e criação de um completo plano de negócio, com estudos de viabilidade econômica, estratégias de marketing, estratégias de produção e implementação de uma linha específica de produção para os padrões, de forma a possibilitar a entrada consistente do novo produto no mercado nacional e latino-americano.

O mercado atual já demanda este tipo de solução e com a expectativa de aumento do consumo de energia nas UCs de baixa tensão nas diversas classes, existe a tendência do aumento nas reclamações de consumo alto e, por consequência, do crescimento da demanda por um padrão portátil de baixo custo para a calibração de medidores em campo.

VII. CONCLUSÕES

O produto resultante do projeto de P&D ANEEL/CEMIG/NANSEN/Fundep P&D172 – “Desenvolvimento de um Padrão Portátil de Baixo Custo para Inspeção e Verificação de Medidores de Energia Elétrica em Campo” deverá proporcionar às distribuidoras de energia elétrica condições para efetuar ensaios em seus medidores em campo, segundo o previsto pelo Órgão Metrológico Oficial (INMETRO), de forma prática e viável. Isto ocorrerá através de um sistema simples e de baixo custo, com o qual será possível executar ensaios para a verificação do comportamento dos medidores, com a determinação dos erros de calibração. Permitirá, ainda, detectar algum tipo de anomalia ou mesmo irregularidade no medidor, através da inspeção e verificação das conexões e resultados das grandezas apresentadas em seu display ou na tela do notebook.

Em suma, sua utilização promove a redução de custos (R\$84,00, em média) e de tempo (de 30 para 7 dias) no processo.

Na tabela III, destacam-se os principais parâmetros de interesse na utilização do padrão.

Tabela III. Parâmetros observados na aprovação do Precision Field

Parâmetro	Resultado
Exatidão nos ensaios de laboratório	Aprovado
Exatidão nos ensaios de campo	Aprovado
Potencial para diminuir as solicitações de calibração em laboratório	Aprovado
Diminuição de custos para as concessionárias	Aprovado
Diminuição no tempo de resposta ao cliente sobre o funcionamento do medidor	Aprovado

Com este desenvolvimento foi estabelecida uma nova metodologia de calibração dos medidores no próprio padrão de entrada da unidade consumidora, que contempla:

- a instalação de sensores de tensão, corrente e de detecção de pulsos em medidores eletrônicos e voltas dos discos

nos medidores eletromecânicos;

- verificação das polaridades e dos faseamentos dos sensores de tensão e corrente através do display do padrão;

- controle e gestão da calibração através do software Pégasus, que registra todas as ocorrências e resultados das calibrações realizadas, com importação/exportação dos dados para arquivos, de forma a permitir aos órgãos pertinentes das concessionárias trabalharem de forma mais organizada e otimizada;

- a emissão de relatórios ao cliente e aos órgãos da concessionária, o que traz maior transparência ao processo de calibração.

Neste momento, as áreas de Medição e de Gestão de Perdas da CEMIG estão revisando os procedimentos de calibração de medidores instalados nas unidades consumidoras, de forma a permitir a introdução formal do uso do padrão de energia desenvolvido.

Desta feita, espera-se que com a adoção do novo procedimento, os seguintes benefícios sejam obtidos pela concessionária:

- melhoria no relacionamento da concessionária com seus consumidores devido à maior agilidade e transparência no processo de calibração, já que possibilita a calibração em campo, na presença dos consumidores;
- melhoria na eficiência dos serviços executados;
- menor tempo de execução, melhor logística e redução de custos operacionais de retirada, transporte e armazenagem de medidores, e;
- garantia da permanência do medidor testado e aprovado na unidade consumidora, minimizando novas solicitações de calibração.

VIII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Relatório Técnicos:

- [1] Projeto P&D ANEEL /CEMIG/NANSEN/Fundep P&D172 – “Desenvolvimento de um Padrão Portátil de Baixo Custo para Inspeção e Verificação de Medidores de Energia Elétrica em Campo” ciclo 2005/2006/2007.

Normas e Legislação:

- [2] ABNT/NBR 14519, Medidores eletrônicos de energia elétrica (estáticos) – Especificação.
- [3] ABNT/NBR 14520, Medidores eletrônicos de energia elétrica (estáticos) – Método de Ensaio.
- [4] Portaria Inmetro nº 431, de 01 de dezembro de 2008; Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO

Laudos Técnicos:

- [5] Relatório RVP0001 de 03/10/2010[5] – Relatório de Validação de Produto, realizado em 03/02/2010 – LEM / CEMIG-D
- [6] Relatório RVP0009 de 03/10/2010[5] – Relatório de Validação de Produto, realizado em 03/02/2010 – LEM / CEMIG-D