

Gestão e Automação dos Processos de Medição da COCEL – Desenvolvimento de software para a estimativa e acompanhamento da vida útil econômica de medidores de energia

C. D. Vana, COCEL; C. F. Melo, LACTEC; J.M. Nicolat; COCEL M. A. Portugal; COCEL; M. Ikeda, LACTEC

RESUMO

O presente artigo descreve a pesquisa, o desenvolvimento e os resultados alcançados no projeto Gestão e Automação dos Processos de Medição da COCEL - desenvolvimento de software para a estimativa e acompanhamento da vida útil econômica de medidores de energia. Nesta etapa do projeto plurianual foi feita uma análise dos resultados obtidos nas duas etapas anteriores. Esta foi a base sobre a qual o software objeto deste projeto foi especificado e implementado. O modelo estatístico para verificação da vida útil dos medidores, concebido na segunda fase do projeto foi revisto e refinado para viabilizar a sua aplicação num sistema automatizado. O software de acompanhamento da vida útil dos medidores foi projetado, implementado e testado. Concluída esta etapa o software foi instalado no computador da Divisão de Medição e Fiscalização da COCEL. Os técnicos da COCEL foram treinados no uso do software e a documentação do sistema foi entregue à companhia. Com a conclusão desta etapa encerra-se o projeto plurianual.

PALAVRAS-CHAVE

Calibração, medição, medidor de energia, vida útil.

I. INTRODUÇÃO

No âmbito do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento do Setor Elétrico Brasileiro, a COCEL trabalhou com o LACTEC para o desenvolvimento de uma metodologia de caracterização e acompanhamento do sistema de medição de seus consumidores.

Nas duas fases anteriores deste projeto ficaram evidentes as vantagens técnico-econômicas de se ter o parque de medidores de energia de uma empresa distribuidora como

Os autores agradecem à Companhia Campolarguense de Energia – COCEL, ao Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento – LACTEC e à Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, pelo apoio recebido, confiança depositada, liberação de recursos financeiros e disponibilização de infraestrutura para a realização e finalização deste projeto. Agradecem também a todos os profissionais que, de forma direta e indireta, colaboraram para a conclusão deste trabalho.

a COCEL sob controle e foi estabelecida uma metodologia válida para implementar e manter este controle.

Nesta etapa do projeto a metodologia desenvolvida foi refinada e automatizada por meio de um software que, baseado nos dados cadastrais dos medidores e no seu histórico de calibrações e ajuste, emite relatórios de controle, permitindo determinar ações para manter controle sobre os medidores instalados.

II. METODOLOGIA

Para realização do projeto o trabalho foi dividido em cinco atividades:

A. Atualização e Conferência do Banco de Dados de Consumidores

O banco de dados de consumidores comerciais e industriais desenvolvido pela equipe do LACTEC e da COCEL na fase anterior do projeto foi importado para o banco de dados do novo sistema.

Antes de efetuar a importação dos dados a equipe de medição da COCEL fez uma nova conferência dos dados à cata de eventuais inconsistências. Algumas visitas a consumidores foram feitas para esclarecer pontos de dúvida.

B. Revisão e Refinamento da Metodologia de Amostragem de Medidores

Na segunda fase do projeto ficou estabelecido um critério para diagnóstico e controle do sistema de medição da COCEL. O critério baseia-se no resultado de calibrações de uma amostra de medidores de uma mesma “família”. Uma família de medidores são medidores de uma mesma marca e modelo, utilizados com a mesma configuração. Os critérios desenvolvidos estão descrito na tabela 1.

TABELA 1

Critério de Avaliação do Sistema de Medição

SITUAÇÃO	AÇÃO
Todos os medidores ensaiados de um determinado modelo estão em conformidade com a especificação.	Repetir a amostragem e a calibração em um ano.
Algum medidor da amostra encontra-se em condição de alerta	Repetir a amostragem e a calibração em seis meses
Algum medidor da amostra encontra-se em condição de não conformidade ou apresenta problemas funcionais	Submeter à calibração todos os medidores instalados com data anterior ao mais antigo medidor conforme do grupo. Caso um dos medidores não conformes da amostra seja o de instalação mais recente, ou seja, o único da amostra, calibrar todos os medidores deste modelo. Repetir a amostragem e a calibração em um ano. Caso algum medidor com data de instalação posterior ao medidor não conforme encontre-se em condição de alerta, repetir a amostragem e a calibração em seis meses.

A avaliação de conformidade dos medidores é feita de acordo com o procedimento estabelecido pela ISO / DIS 14253. Estabeleceu-se como critério de segurança que o medidor para ser considerado conforme (OK) o erro, acrescido da incerteza da medição, deveria estar situado entre o intervalo delimitado por 2 / 3 do limite de erro especificado para a classe do medidor. Caso o erro, acrescido da incerteza de medição, se situe no terço maior do limite de erro fica caracterizada a condição de alerta. O erro, acrescido da incerteza da medição, se situado além do limite de erro caracteriza uma condição de não conformidade (NC).

Este critério foi revisto e ampliado de forma a se ter uma rotina sem ambigüidades, passível de implementação por software e cobrindo todas as possíveis situações. Esta metodologia baseia nas calibrações realizadas em amostras de famílias de medidores e está descrita a seguir na forma de (pseudo) código-fonte.

1. Seleciona-se uma família de medidores;
2. Se todos os medidores da família estão OK, ou seja, todas as calibrações realizadas em medidores desta família estão conformes ou não há calibrações concluídas;
 - a. Então o medidor há mais tempo sem uma calibração é selecionado para uma nova calibração em 1 ano, gerando um aviso, após a data de sua última revisão ou de sua instalação caso não tenha nenhuma calibração realizada;
 - b. Senão, ou seja, existem medidores da família em alerta ou não conformes
 - i. Então todos os medidores já calibrados que não apresentaram uma situação conforme serão ajustados e um aviso será gerado solicitando nova calibração em 6 meses após a data de sua última calibração. Nesta família o medidor há mais tempo sem calibração também deve ser calibrado no período de 6 meses após a última calibração;
 - ii. Se existem medidores não conformes
1. Então verifica-se qual o medidor que está calibrado e conforme que tenha tempo de instalação imediatamente menor que o medidor não conforme e emite avisos para

calibração imediata para todos os medidores da família com tempos de instalação maiores que este.

2. Se não houver nenhum medidor calibrado e conforme na família: Calibrar todos os medidores da família.

C. Especificação do Sistema

O sistema desenvolvido partiu de algumas premissas estabelecidas na fase de especificação:

- a. Deve ser completamente funcional, não exigindo para isto a aquisição de nenhum software adicional;
- b. Deve funcionar no ambiente computacional existente na COCEL sem exigir a aquisição de hardware ou atualização de softwares;
- c. Deve ser desenvolvido para ambiente windows em linguagem de alto nível, com suporte para banco de dados e ser mono-usuário;
- d. Deve ser compatível com o banco de dados de medidores da COCEL pré-existente de forma que os dados possam ser reaproveitados para o novo sistema;
- e. Deve incorporar o critério definido de avaliação das famílias de medidores e gerar uma relação de medidores a calibrar classificada por prioridade de tempo e claramente codificada. A relação pode ser gerada a qualquer tempo a critério do usuário;
- f. O banco de dados do sistema deve ser relacional em três níveis. O nível mais alto são os dados das instalações de consumidores; o segundo nível contém os dados dos medidores existentes em cada instalação; e o terceiro nível refere-se aos dados das calibrações de cada medidor. Todos os dados devem ser acessíveis editáveis pelo usuário sem comprometimento da integridade do sistema;
- g. A interface do sistema com o usuário deve ser simples clara e a sua operação realizada por procedimentos padronizados e intuitivos de forma a tornar mínimo o tempo de aprendizado para operação do novo sistema;
- h. Deve permitir a filtragem e a classificação de seus dados a partir dos principais campos permitindo a rápida e fácil localização de um registro ou grupo de registros a partir de seus parâmetros, gerando uma relação em tela ou relatório impresso.

D. Implementação e Testes do Sistema

O software desenvolvido foi implementado em um ambiente windows com um interface homem-máquina amigável e de fácil compreensão.

O software passou por duas fases de testes onde teve seus erros corrigidos e a sua lógica refinada: A primeira fase foi realizada pela equipe de desenvolvimento que testou todas as funções do sistema tendo como referência as especificações do projeto. A segunda fase foi realizada pela equipe técnica da COCEL que sugeriu melhorias a aperfeiçoamentos que foram integrados ao sistema.

Durante os testes os resultados das calibrações executadas na segunda fase do projeto foram cadastradas na base de dados, servindo como ponto de partida para o diagnóstico do sistema de medição.

II. RESULTADOS ALCANÇADOS

Os resultados esperados do projeto foram plenamente atingidos e em certos aspectos superados. A proposta inicial de implementar um software para o gerenciamento do sistema de medição de energia da concessionária mantendo-o sob controle visava basicamente os sistemas de medição de grandes consumidores que, dadas as particularidades da COCEL, são em pequeno número mas representam a maior parte do faturamento da empresa, conforme ficou demonstrado na segunda etapa deste projeto. Entretanto, o software foi desenvolvido da maneira mais aberta e flexível possível e prevê a expansão do uso do sistema para todos os consumidores se assim for desejado pela COCEL.

O software desenvolvido atende a especificação estabelecida no projeto que são:

- a. Simplicidade de operação. A operação de todas as funções do software devem ser intuitivas para o operador e seguir procedimentos padronizados.
- b. Interface homem máquina amigável. A interface com o operador deve ser clara e facilmente interpretável.
- c. Flexibilidade. O software é genérico a ponto de aceitar o cadastramento de instalações e medidores de qualquer tipo. Apesar da concepção inicial de focar a aplicação apenas a grandes consumidores, o sistema pode ser adotado pela companhia para cobrir todos os seus consumidores. Equipamentos auxiliares do sistema tais como dispositivos de proteção e transformadores de medição podem ser cadastrados.
- d. Filtros e classificação dos cadastros. Apesar da simplicidade de operação o sistema permite ao usuário estabelecer critérios de filtragem e classificação dos cadastros de instalações, medidores e calibrações e gerar os relatórios correspondentes. Com isto pode-se aplicar o software para gerir o conjunto de consumidores como um todo ou de maneira focada, em consumidores que possuam algum parâmetro cadastral em comum.
- e. Curva de aprendizado rápida. Durante o treinamento dos futuros usuários do software ficou evidenciado a facilidade

de do seu uso e a clareza da interface com o usuário. Estes fatores contribuem para que o operador esteja qualificado ao uso do sistema após três horas de treinamento.

- f. Documentação. O manual do usuário que acompanha o sistema foi avaliado pela COCEL e considerou-se que o seu nível de detalhamento é adequado.

III. CONCLUSÕES

Nesta etapa do projeto chegou-se ao término de projeto plurianual conduzido com sucesso pelo LACTEC e a COCEL.

A metodologia para amostragem e controle do sistema de medidores de grandes consumidores foi definida a validada na segunda etapa do projeto a aplicada nesta etapa para automatizar o processo por meio de um sistema de informática. Para tanto a metodologia passou por um processo de extensão e refinamento que permitiu criar um sistema generalista que permite, se assim se desejar, a sua aplicação a todos os consumidores da COCEL.

O sistema foi especificado, projetado sempre com foco no usuário final, de forma ser uma ferramenta simples e útil, de fácil assimilação e aplicação, com procedimentos padronizados e que não exige investimentos adicionais da COCEL em termos de hardware e software. Os dados pré-existentes do cadastro de consumidores da COCEL foram integralmente aproveitados após passar por um processo de verificação.

Durante os testes e na fase de difusão tecnológica ficou evidente a adequação da especificação aos propósitos do projeto. O sistema possui capacidade e flexibilidade para futuras expansões e a sua operação é assimilada pelo operador após poucas horas de treinamento.

IV. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] NBR 14519. *Medidores eletrônicos de energia elétrica (estáticos) – especificação*. Associação brasileira de Normas Técnicas, ABNT. Maio de 2000.
- [2] IEC 60687. *Alternating current static watt-hour meters for active energy (classes 0,2 S and 0,5 S)*. International electrotechnical commission. 1992.
- [3] NBR 8377. *Medidores de energia ativa – especificação*. Associação brasileira de Normas Técnicas, ABNT. Outubro de 1995.
- [4] NBR 5426. *Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos – procedimento*. Associação brasileira de Normas Técnicas, ABNT. Janeiro de 1985.
- [5] NBR / ISO 10012-1. *Requisitos de garantia da qualidade para equipamento de medição - parte 1: Sistema de comprovação*. Dez 1993.
- [6] IEC 1036. *Alternating current static watt-hour meters for active energy (classes 1 and 2)*. International electrotechnical commission. 1990.
- [7] ISO / DIS 14253. *Geometrical product specification (GPS) – inspection by measurement of workpieces and measuring instruments*. ISO, 1996.
- [8] CANTU, Marco. *Dominando o Delphi 4* : a bíblia. São Paulo : Makron Books, 1999.
- [9] FORTIER, Paul J. *SQL 3: implementing the object-relational database*. New York, McGraw-Hill, 1999.
- [10] Data Management Systems. *Database: principles, programming, performance*. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann, 2001.