

XIV SEMINÁRIO NACIONAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

**MEDIDOR / ANALISADOR TRIFÁSICO DE TENSÃO -
VERIFICAÇÃO DAS TENSÕES NO CONSUMIDOR**

**Autores: ESTEFANO IGNATOWICZ – CELESC
WAGNER DA GAMA MELO – RMS
ROGÉRIO BRÁZ – CELESC
GÉRSO L. ANTUNES NUNES – CELESC
SIDNEI JOSÉ CORREA - CELESC**

Palavras-chave: medidor de tensão, tecnologia, atendimento

Foz do Iguaçu, 19 a 23 de novembro de 2000

MEDIDOR / ANALISADOR TRIFÁSICO DE TENSÃO – VERIFICAÇÃO DAS TENSÕES NO CONSUMIDOR

1. INTRODUÇÃO

Conforme disposto nas Leis, que trata do regime de concessão e permissão dos serviços públicos, pressupõe a prestação de serviço adequado ao pleno atendimento dos usuários. Em se tratando da qualidade do fornecimento de energia elétrica nos consumidores, item conformidade, é supervisionada por meio de valores individuais.

Quanto ao sistema de atendimento a pedidos de verificação dos consumidores, a Concessionária deve dispor de sistemas ou mecanismos de atendimento adequado, que garantam ao consumidor final, a supervisão dos valores de tensão entregues pelo Concessionário. Deve ter por base os procedimentos, metodicamente elaborados pela Aneel, para verificação de nível de tensão, implicando em processo de medição registrada nos prazos e duração de medição estabelecidos.

Na Celesc, para a adequação à nova legislação, foi alterado o processo de atendimento quanto a organização e instrumentalização necessária para as medições no ponto de entrega de energia do consumidor durante a verificação de nível de tensão.

Quanto a forma de organização nos processos, deu-se sem maiores dificuldades, no entanto, quanto à instrumentalização necessária para as medições, dentro dos critérios e prazos estabelecidos, a Celesc não possuía instrumentos de medição em quantidade suficiente para o atendimento à nova demanda de medições nos prazos e duração das medições estabelecidos.

Esta realidade, levou a Celesc, na busca do mercado nacional de um aparelho registrador, objeto principal deste trabalho, que atendesse algumas características tanto do equipamento medidor como do software analisador de valores de tensão medidos.

Neste sentido, o trabalho enfoca, os fatores geradores que levaram a Celesc a inovar tecnologicamente os equipamentos destinados a medição de tensão, de baixo custo se comparado aos equipamentos de medição de grandezas elétricas de múltiplas funções atualmente utilizados, através de tecnologia eletrônica, providos de memória de massa, software analisador de violação e de instalação no tempo.

Apresenta as principais características do equipamento, viabilidade, tendo como pontos preponderantes as características de concepção, de aplicação, versatilidade e adaptabilidade nos serviços de atendimento de determinado consumidor quando da reclamação de tensão.

O trabalho culmina com exemplo de aplicação prática na Celesc, de atendimento a consumidor reclamante, utilizando-se de medições do Medidor / Analisador Trifásico de Tensão e análise dos resultados de medição alcançados.

2. CRITÉRIOS ESTABELECIDOS PARA A VERIFICAÇÃO DAS TENSÕES SECUNDÁRIAS

Os seguintes critérios são estabelecidos para a verificação de tensão secundária no ponto de entrega do consumidor:

A tensão secundária no ponto de entrega de uma unidade consumidora, ocasião em que a Concessionária receber uma solicitação de verificação, feita verbalmente ou por escrito pelo consumidor, implica em processo de medição direta no correspondente ponto de entrega de fornecimento de energia.

O prazo limite da Concessionária para realizar a medição solicitada é de 5 dias úteis, preferencialmente, no ponto de entrega de energia da unidade consumidora.

O modo de medição, previsto, é de 7 dias, através de aparelhos registradores, com memória de massa, e com valores integralizados a cada 1 minuto.

A medição deve ser realizada entre cada fase de ligação do consumidor e o neutro, sendo considerada a medição da fase em que o resultado for mais desfavorável.

Toda medição deverá estar disponibilizada para informação ao solicitante e para o cálculo do percentual de tempo de violação de tensão em que o solicitante está submetido.

Conceitua-se violação de tensão, como sendo todos os valores medidos, durante o período de medição, que excederem os limites adequados das Portarias 47/78 e 04/89 do DNAEE, observando-se o limite de tempo concedido, em percentual dos valores admissíveis definidos pela Aneel, ou seja, a tensão não poderá permanecer, mais do que os limites de tempo concedido, em percentual, do tempo total da medição fora dos valores admissíveis.

O valor percentual de tempo de violação de tensão, constitui-se, também, em um indicador de violação de padrão de qualidade que afeta um único consumidor. É um indicador controlado e serve como base na aplicação de penalidades enquanto não for regularizado o nível de tensão e, comprovada a normalização por nova medição de tensão, com o mesmo período de medição anteriormente efetuada.

Estes novos critérios e prazos de medição no atendimento a uma solicitação de verificação de nível de tensão secundária feita por consumidores e o estabelecimento do resultado da violação como um indicador controlado, levou a Celesc a colocar em prática um “plano de ação” para adaptar-se nas suas rotinas de atendimento a consumidores, de acordo com a legislação vigente, aqui referenciado na Celesc.

3. ADEQUAÇÃO DA ROTINA DE ATENDIMENTO A CONSUMIDORES

Na Celesc, todos os processos de atendimento a uma solicitação de verificação de nível de tensão secundária, encontram-se estabelecidos em todas as Agências Regionais da Celesc, utilizando-se da filosofia do gerenciamento da rotina e das dimensões da qualidade, com ênfase na “entrega” dos serviços e da qualidade da tensão para o consumidor.

Todo o processo encontra-se informatizado, é um sistema interativo e contempla todas as fases de atendimento necessários para a organização e registro.

São utilizados aparelhos de medição eletrônicos com memória de massa e técnicas de análise de medições, com produção de resultados dos níveis de tensão medidos durante a fase de execução do processo de atendimento, e informação documentada para o consumidor que efetuou a solicitação. A Celesc, também, utiliza critérios próprios de análise, em função do tipo da carga instalada no consumidor, isto é, são reclamações de tensão, cujos valores encontram-se dentro dos níveis estabelecidos em Portaria, porém passíveis de refletir insatisfação ao consumidor.

Desta forma, para a adequação à nova legislação vigente estabelecida pela Aneel, dentro do processo de serviço atribuído às Agências Regionais de Distribuição da Celesc, deu-se sem maiores dificuldades. A Figura 01, mostra parte do processo alterado na rotina de trabalho, inclusive os novos prazos de medição, o cálculo do percentual de tempo de violação e a priorização do atendimento quando sujeito a aplicação de penalidade.

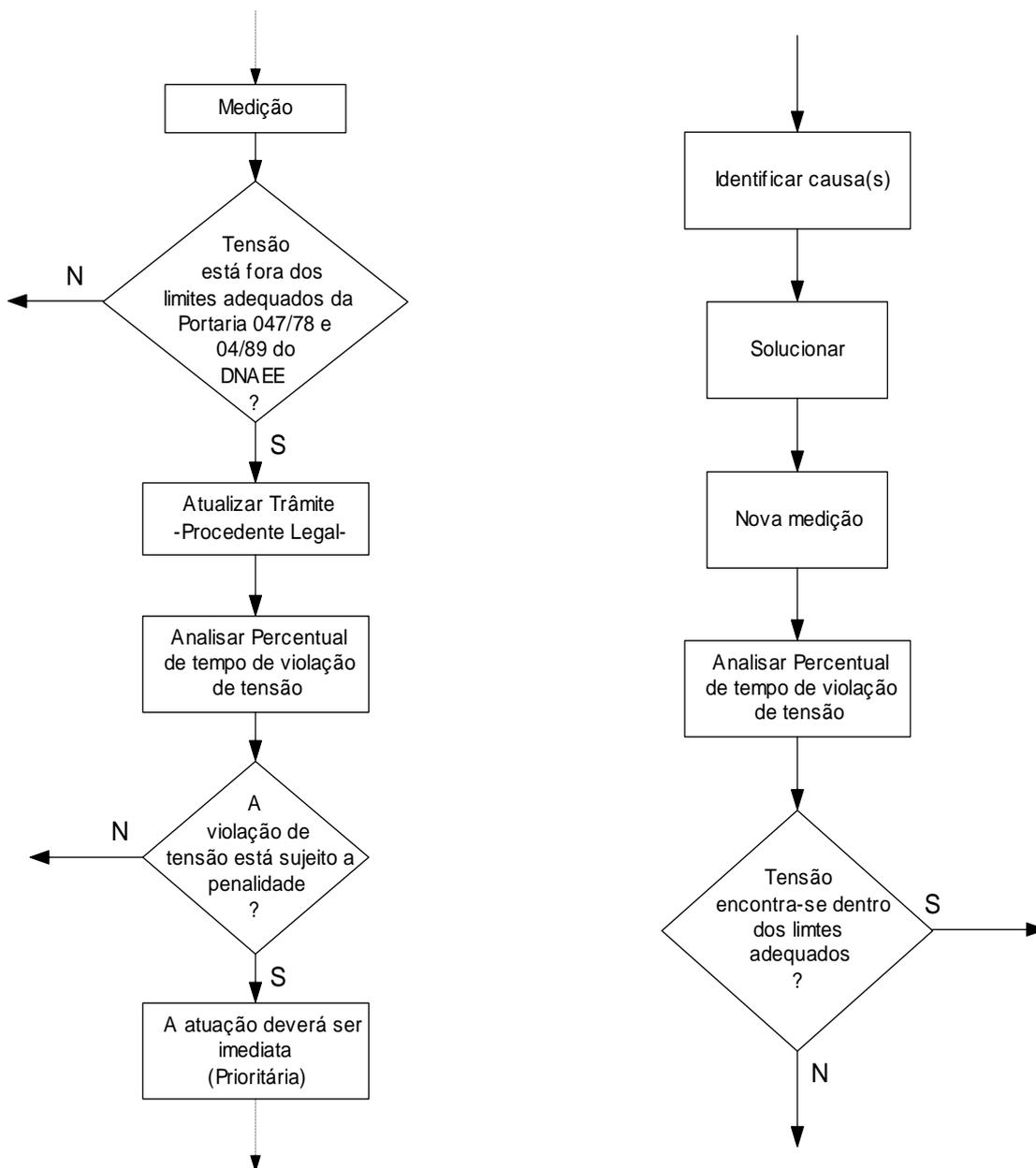


Figura 01 - Alteração do processo de atendimento a uma solicitação de verificação de tensão secundária .

No entanto, quanto à instrumentalização necessária para as medições dentro dos critérios e prazos estabelecidos, a Celesc não possuía instrumentos de medição em quantidade suficiente para o atendimento à nova demanda de medições.

Todos os aparelhos registradores, adquiridos pela Celesc, para o atendimento a solicitações de verificação de nível de tensão secundária feita por consumidores, são registradores de múltiplas funções, isto é, são aparelhos que medem e calculam múltiplas grandezas elétricas (V, I, P), incluindo aparelhos que medem harmônicas.

A aquisição e utilização de registradores de múltiplas funções, feita pela Celesc, deu-se a partir de 1991, resultado de fatores geradores que justificavam a necessidade em se adequar frente ao mercado consumidor, no controle de medições e registro de grandezas elétricas necessárias para a avaliação e busca de informações precisas. E, alcançar o equilíbrio entre

empresa – consumidor quando se refere à qualidade do fornecimento de energia elétrica entregue ao consumidor.

Esta realidade, levou a Celesc a se adequar de equipamentos de forma a fazer frente às reclamações de consumidores, principalmente os de carga especiais, e, ser detentora de informações tecnologicamente precisas e sensíveis a este mercado consumidor.

A partir do ano de 1999, a nova legislação, elaborada pela Aneel para a Celesc, consolidou-se como o principal fato gerador na necessidade de se adequar de instrumentalização em quantidade suficiente para atendimento às solicitações de verificação de nível de tensão secundária nos prazos e duração determinados.

Novos fatores geradores:

- Contrato de concessão Aneel / Celesc;
- Novos critérios de atendimento a verificação de nível de tensão secundária (7 dias de medição registrada, com intervalos de integralização a cada 1 minuto);
- Inexistência de equipamento na indústria nacional de baixo custo e de instalação ao tempo;
- Insuficiência de aparelhos registradores para atendimento a nova demanda de medições;
- Alto custo dos aparelhos registradores de multi-funções para o atendimento da demanda requerida.

O principal fato gerador, a partir da nova legislação elaborada pela Aneel, levaram a Celesc, dentro do mercado nacional, a inovar tecnologicamente os equipamentos destinados a medição de tensão, de baixo custo se comparado aos equipamentos de medição de grandezas elétricas de múltiplas funções atualmente utilizados, através de tecnologia eletrônica, providos de memória de massa, software analisador de violação tendo por base os novos critérios da Aneel e de instalação ao tempo.

O novo equipamento, simplificado, buscado na indústria nacional, teve como pontos preponderantes no atendimento às características de concepção, de aplicação, de versatilidade e de adaptabilidade nos serviços afetos ao atendimento a consumidores.

Ato contínuo, varias empresas participaram do desenvolvimento no novo Medidor Registrador simplificado de Tensão, entre as quais a ELO Sistemas Eletrônicos, EMBRASUL Indústria Eletrônica Ltda, IMS Indústria de Micro Sistemas Eletrônicos Ltda e a RMS Indústria de Equipamentos Eletrônicos Ltda, tendo, esta última, como a empresa fornecedora do primeiro lote para a Celesc.

4. PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO MEDIDOR – REGISTRADOR DE TENSÃO

O equipamento Medidor / Registrador, a que se refere este trabalho, é o Medidor/Registrador de Tensão MARH-V da fábrica RMS Indústria de Equipamentos Eletrônicos Ltda, (Figura 02) adquiridos pela Celesc.

Descrição

Especialmente projetado para análise da qualidade da energia elétrica em sistemas de distribuição e consumo, o Medidor e Registrador MARH-V (figura 02), fabricado pela RMS Sistemas Eletrônicos, apresenta características que propiciam ao usuário obter de forma rápida, segura e a baixo custo, informações importantes a respeito do comportamento da tensão em períodos de até 36 dias continuamente. Em conjunto com o software ANAWIN, destina-se a medição e análise de violação de tensão (Aneel), monitoração dos níveis de tensão em consumidores, determinação do desequilíbrio de tensão segundo as normas IEC e NEMA e obtenção da FDT (Função Distribuição de Tensão).

Composição

O Medidor-Registrador MARH-V é composto por caixa a prova de tempo, na qual estão inseridos os circuitos eletrônicos, teclado e display na parte frontal. Na parte inferior, conector para entrada do sinal de tensão e conector tipo RS232 para comunicação de dados. Cabo de

tensão com conector e garras tipo jacaré (isolação 600Vca) para ligar o equipamento ao sistema sob medição e cabo de comunicação para conexão ao PC completam o conjunto.



Figura 02 – Medidor / Registrador de Tensão MARH-V

Procedimentos gerais de instalação.

O MARH-V, após ter seus parâmetros devidamente programados, é ligado ao sistema de potência sob análise através das garras tipo jacaré, indicando os valores medidos no display e iniciando automaticamente o registro das tensões e demais valores armazenados a cada período de integração escolhido. Através do Software ANAWIN, instalado no PC, será feita a leitura da memória de massa do Registrador via cabo DB9/DB25. Os dados poderão ser analisados no computador e salvos na forma de arquivo para consultas posteriores, impressão de gráficos e relatórios.

Indicação em display

Apresenta em display alfanumérico de 2 linhas por 16 colunas as tensões de fase A, B e C, as tensões de linha AB, BC e CA, e a frequência da tensão da fase A. Como função adicional foi incluída a indicação de Distorção Harmônica Total (THD) para cada fase. Visando fornecer ao usuário um indicativo de presença de harmônicos no sistema sob análise na faixa de 60 a 1500 Hz. A Seqüência de Fase indicada pode ser ABC ou ACB, de acordo com a posição das garras em relação ao barramento. A função denominada Autonomia de Registro possibilita a verificação de preenchimento da memória, mostrando o tempo de registro ainda disponível em dias, horas e minutos. As funções Hora e Data, Número de Série e Versão de Software residente também podem ser visualizados diretamente no display.

Parâmetros programáveis e valores registrados em memória

A programação de parâmetros do Registrador visa adaptá-lo a cada situação particular de medição. A programação desses parâmetros pode ser feita através do PC ou no local de medição através do teclado do equipamento. A programação da relação de TP ajusta o MARH-V de forma a indicar e armazenar a tensão presente no primário do TP. Os valores de tensão são *True RMS*. Outro parâmetro programável é o tempo de integração. Este é o período de tempo no qual as tensões serão integralizadas e armazenadas na memória. A cada período de integração, o valor do maior $\frac{1}{2}$ ciclo da tensão (*True RMS*) e o valor do menor $\frac{1}{2}$ ciclo de tensão (*True RMS*), assim como o valor de DHT (média para cada intervalo) serão armazenados. Os períodos de integração disponíveis no MARH-V são 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 15, 30 e 60 minutos. É possível também programar o Registrador para armazenar somente os valores de tensão através do parâmetro que define quais as grandezas devem ser armazenadas durante uma medição. Através do ajuste de frequência é possível adaptar o Registrador à frequência do sistema sob medição (50 ou 60 Hz). Hora e data também são parâmetros programáveis.

Características construtivas

Para que pudesse ser utilizado em ambientes externos, sob a ação de intempéries como chuva e umidade, o medidor foi dotado de proteção por duas caixas, uma interna e outra externa, sendo o conjunto IP659 segundo IEC529. A caixa externa, em polipropileno, é resistente a corrosão e suporta a ação de uma ampla gama de produtos químicos. Tratada com aditivos UV, pode ser exposta a luz solar sem perder suas características químicas e mecânicas. A caixa interna é de policarbonato, material de alta resistência a impactos e efeitos do envelhecimento causado por exposição contínua a gradientes de temperatura, raios ultra violetas do sol, maresia, entre outros. O esquema de fixação do equipamento, através de gancho com furação e passador para cinta montados em Alumínio 1200 com pintura em poliéster, permite fácil instalação em postes e outras estruturas características dos sistemas de distribuição.

Tendo dimensão de 145x180x107 milímetros e pesando 1,0 kg aproximadamente, o MARH-V é compacto e leve, sendo facilmente instalado nos pontos onde se tornar necessária a medição.

Sinais de Entrada e Alimentação:

O Medidor e Registrador MARH-V possui 3 canais (fases A, B e C) para entrada de tensão alternada de 0 a 300Vca diretamente ou via TP, indicando valores até 999.9 kVca A programação da Relação de TP pode ser feita via teclado ou pelo PC. O instrumento é Classe 0.5.

A alimentação do equipamento é proveniente da garras de medição não sendo necessária alimentação auxiliar. A seleção de faixa de 80 a 300Vca é automática. No caso de falta de alimentação os dados registrados não serão perdidos, ficando retidos em memória por até 3 anos.

Relatórios e gráficos

A comunicação com PC é feita de forma rápida e segura através de porta RS232. Acompanha programa aplicativo em ambiente Windows (*ANAWIN*) para a completa análise e impressão de diversos tipos de gráficos e relatórios. Os arquivos gerados podem ser salvos no formato ASCII, compatíveis com EXCEL, LOTUS e outros.

Características gerais do Software ANAWIN

A análise dos dados coletados com o registrador, na forma gráfica ou através de relatórios fornece, além dos valores integralizados das tensões de fase, valores calculados para tensão de linha (teclas AB, BC, CA), indicação dos horários de falta de energia, Distorção Harmônica Total de tensão (DHT) para cada fase até a ordem 25, grau de desequilíbrio de tensão segundo a norma NEMA ou IEC. Permite também o trabalho com valores por unidade ou "pu" a partir da definição de um valor nominal de tensão.

Os valores da tensão eficaz do maior meio ciclo de cada intervalo de integração, assim como do menor meio ciclo de cada intervalo de integração, considerando todas as fases medidas, são também indicadas. Para cada intervalo de integração é fornecido também de forma gráfica e em relatório, o percentual de tempo em que as tensões estiveram fora do intervalo programado (tensões máxima e mínima programadas). A fase ou fases com violação de nível são indicadas.

Percentual de Tempo de Violação de Tensão

O cálculo do percentual de violação de tensão é feito acessando o menu "Resumido" - "Distribuição de Tensão", definindo a tensão nominal (V), definindo a tensão abaixo da qual será considerada zero e definindo as percentagens ou valores em Volts da faixa e do período de leitura, Na mesma planilha do cálculo percentual de tempo de violação de tensão, são traçados gráficos e relatórios que objetivam identificar a quantidade de tensões que se situam fora dos limites adequados.

Primeiro é exibida a janela "Valores para FDT" (Figura 03) e após a janela "Período" para seleção do período de tempo desejado (Figura 04), logo em seguida são calculadas as informações desejadas e então é mostrado o gráfico de "Função Distribuição de Tensão" (Figura 05).

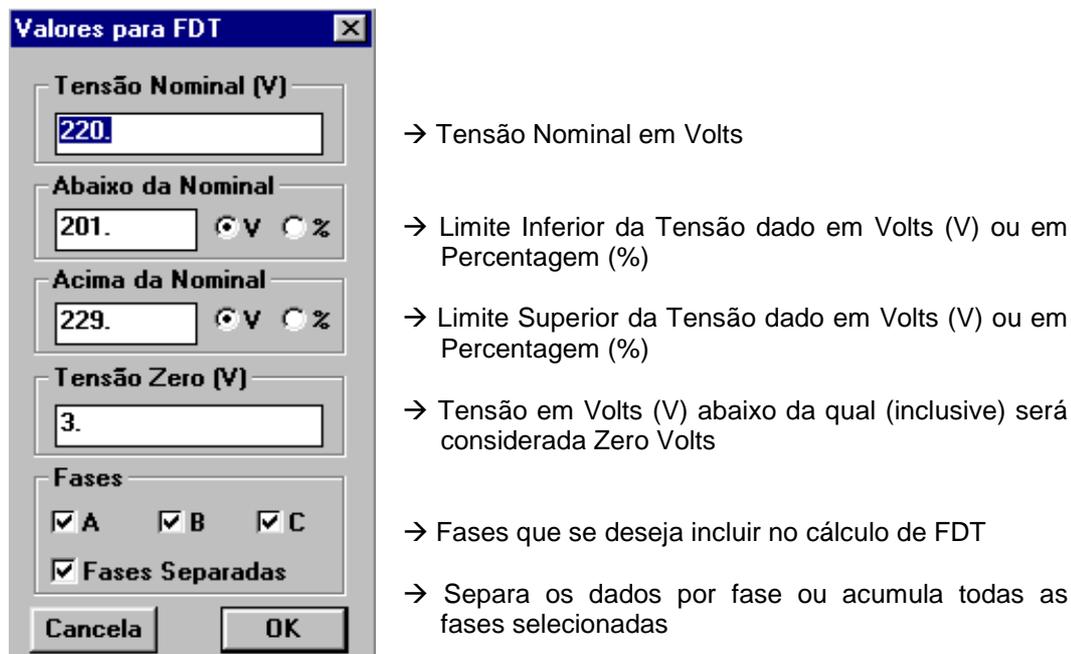


Figura 03 – Janela de valores limitantes para o cálculo da violação de nível de tensão



Figura 04 – Janela de seleção do período de tempo desejado

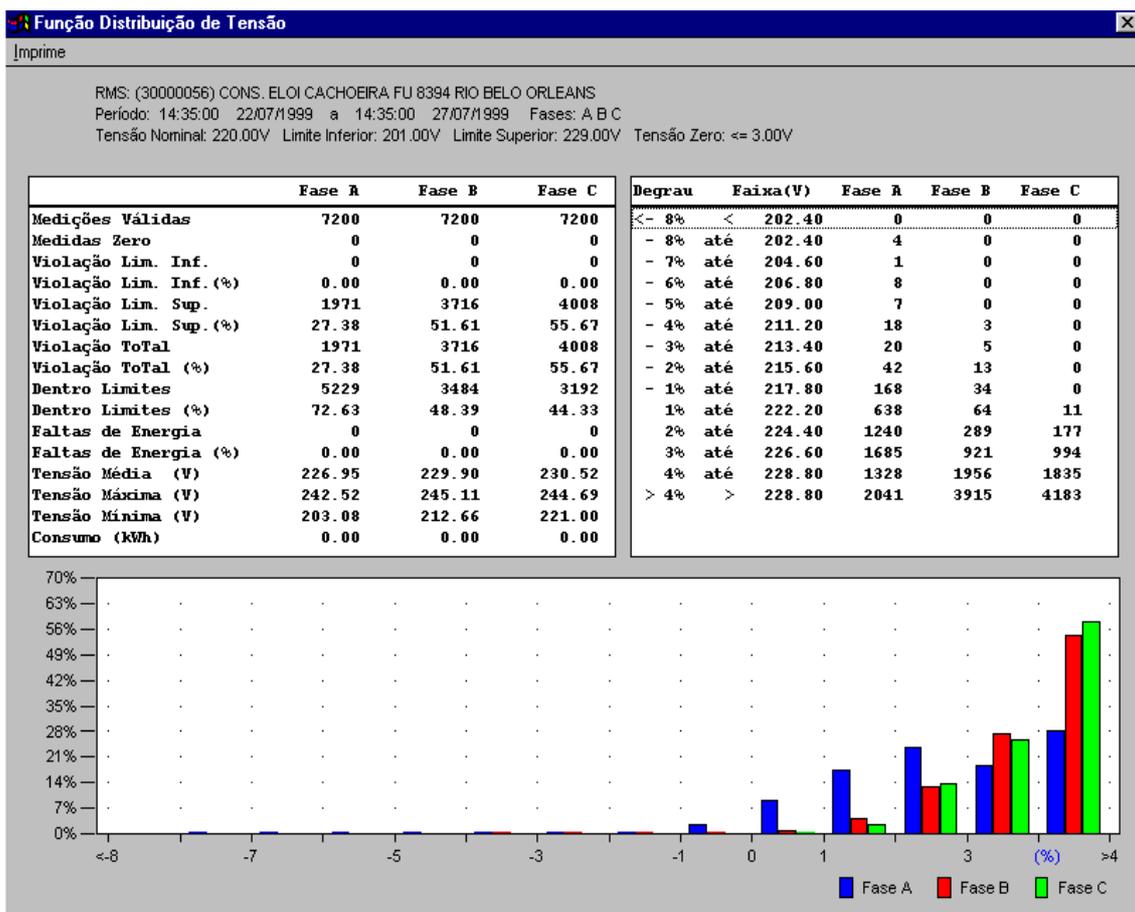


Figura 05 – Valores de violação e Gráfico de Distribuição de Tensão (V)

A Figura 05, mostra o resultado da configuração de FDT com as fases “A”, “B”, “C” selecionadas e separadas por fase, através de barras verticais contendo os valores para todas as fases selecionadas na configuração.

A resolução da escala horizontal do gráfico é de 1% e os limites inferior e superior é calculado em função dos valores escolhidos na janela de configuração da FDT. Todos os valores que se situarem abaixo do limite serão exibidos no intervalo mais a esquerda do gráfico e os valores acima do limite superior estarão mais a direita do gráfico.

Os valores para cada intervalo são expressos no gráfico em porcentagem (escala vertical). Os correspondentes valores absolutos encontram-se exibidos mais a direita acima do gráfico

A tabela da figura 05 à esquerda do gráfico, referem-se aos dados calculados tendo em vista a análise para atendimento a legislação elaborada pela Aneel e com informações adicionais para subsídios de análise. Os valores são expressos em intervalos de integração dos dados escolhido pelo usuário.

Descrição de cada linha, da tabela à esquerda do gráfico da figura 05:

- Medições Válidas: Intervalo de medição válidos (exclusas as faltas de energia e zeros)
- Medidas Zero: Intervalos com valor menor ou igual ao valor zero
- Violação Lim. Inf.: Intervalos válidos abaixo do limite inferior
- Violação Lim. Inf.(%): Percentual de intervalos válidos abaixo do limite inferior relacionadas às medições válidas

- Violação Lim. Sup.: Intervalos válidos acima do limite superior
- Violação Lim Sup.(%): Percentual de intervalos válidos acima do limite superior relacionadas às medições válidas
- Violação Total: Intervalos válidos fora dos limites inferior e superior
- Violação Total (%): Percentual de intervalos fora dos limites superior e inferior relacionadas às medições válidas
- Dentro Limites: Intervalos válidos dentro dos limites
- Dentro Limites (%): Percentual de intervalos válidos dentro dos limites relacionadas às medições válidas
- Faltas de Energia: Intervalos em falta de energia
- Faltas de Energia (%): Percentual de intervalos em falta de energia relacionadas ao total de medições
- Tensão Média (V): Média aritmética das tensões (V)
- Tensão Mínima (V): Menor tensão registrada
- Tensão Máxima (V): Maior tensão registrada
- Consumo (kWh): Consumo em kWh no período

5. COMPARAÇÃO DE CUSTOS

Atualmente, a Celesc detém uma quantidade significativa de registradores da fábrica Embrasul modelo RE1000TM, de instalação ao tempo, utilizados em toda a Celesc, nas áreas que prestam atendimento a pedidos de verificação de grandezas elétricas à consumidores e às áreas de planejamento e de operação.

Para a comparação de custos, visto de forma simplificada, será entre o modelo RE1000TM atualmente mais utilizado e o modelo MARH-V, de instalação ao tempo, adquirido pela Celesc. Para o custo total, será considerado a quantidade de registradores MARH-V adquiridos.

- Custo médio unitário do RE1000TM.....	R\$ 4.000,00
- Custo unitário do MARH-V.....	R\$ 850,00
- Necessidade imediata de aparelhos para atendimento dos critérios da Aneel..... 200 unidades	
- Custo médio de 200 unidades do RE1000TM.....	R\$ 800.000,00
- Custo médio de 200 unidades do MARH-V.....	R\$ 170.000,00
- Relação percentual do custo total do RE1000TM e MARH-V.....	400%
- Ganho médio absoluto total em reais.....	R\$ 630.000,00
- Ganho percentual total	270%

Observa-se um ganho em torno de 270% (R\$ 630.000,00) no custo final para a aquisição de 200 unidades do medidor MARH-V em relação ao medidor RE1000TM.

A quantidade inicial de aparelhos registradores, tipo Medidor / Registrador de Tensão MARH-V, adquiridos pela Celesc, atende inicialmente, a nova demanda de medições nos prazos e duração de medição no ponto de entrega de energia da unidade consumidora e, libera os demais aparelhos de múltiplas funções existentes na Celesc para a demanda normal de medições.

6. EXEMPLO DE APLICAÇÃO NA CELESC, UTILIZANDO O MARH-V

O exemplo apresentado, é uma situação real, feito na Celesc, no atendimento a um pedido de verificação de nível de tensão secundária, no consumidor pertencente à Agência Regional de Blumenau na cidade de Blumenau - SC.

- Origem: Solicitação através do telefone 196, documento origem NR nº 53565
- Motivo da reclamação: tensão baixa;
- Data da reclamação: 20 de junho de 2000;
- Programação do MARH-V: medição de tensão em intervalos de 1 minuto;
- Período da medição: data/hora de instalação, 28/06/2000 – 15:00hs
data/hora de retirada, 06/07/2000 – 15:00hs
- Análise do percentual de tempo de violação de tensão:

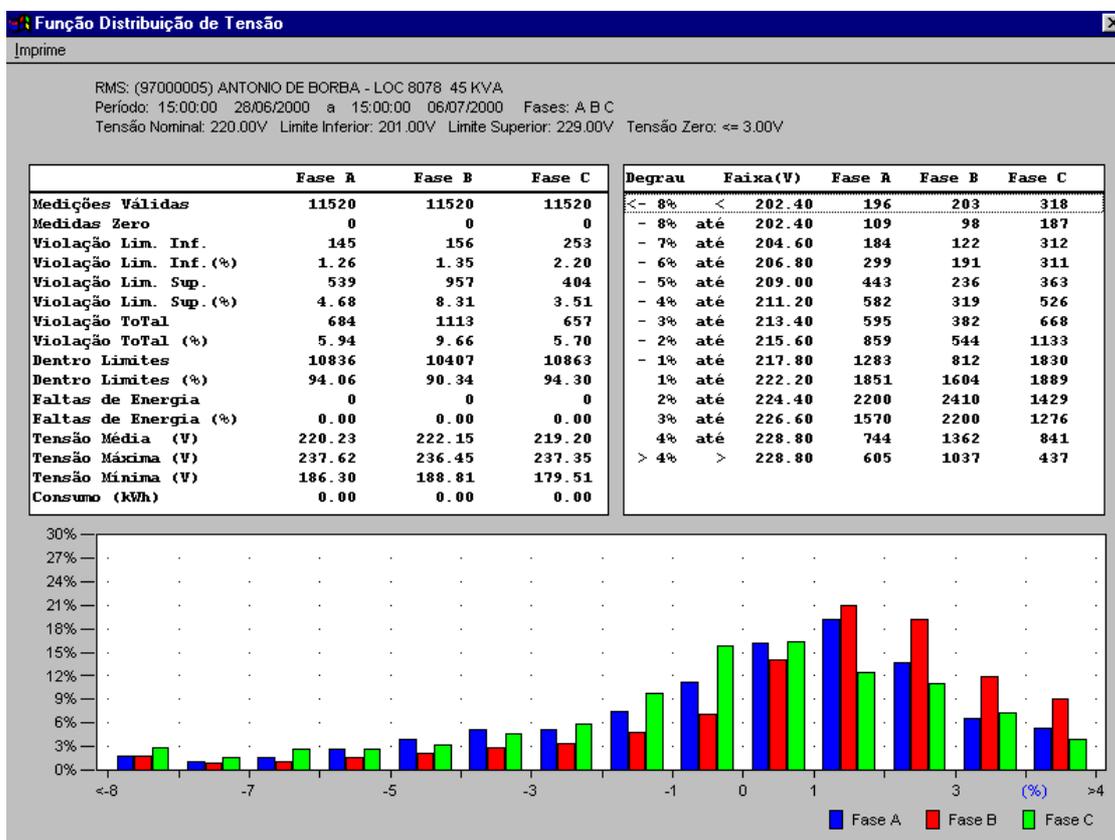


Figura 06 – Valores de violação e gráfico de distribuição de tensão – Exemplo de aplicação na Celesc

O relatório de violação de tensão da figura 06, é o resultado do processo da primeira medição direta no correspondente ponto de entrega de fornecimento de energia no consumidor reclamante. Da tabela da esquerda, situado acima do gráfico de barras, mostra que a maior contribuição de violação de tensão entre as fases “A, B, C”, é a da fase “B” (9,66%), isto representa que do período de 7 dias de medição, 9,66% dos valores medidos excederam os limites adequados das Portarias que regulamentam os limites adequados de tensão. Sendo que, destes, 8,31% do tempo, os valores medidos foram superiores a 229 volts (limite superior) e 1,35% do tempo os valores foram inferiores a 221 volts (limite inferior).

O gráfico de barras, expresso em percentagem de resolução de 1% na escala horizontal e da tabela de valores absolutos situado no canto superior direito do gráfico de barras, espelham o resultado dos percentuais de violação de nível de tensão na forma de distribuição de tensão entre todas as fases medidas do consumidor, sendo que a fase “B” apresenta a maior contribuição de valores medidos que superam a tensão de 229 volts, enquanto que, a fase “C” apresenta a maior contribuição de valores medidos inferiores a 201 volts.

O motivo da reclamação, que deu origem a medição, foi de tensão baixa, concluída como procedente, visto que em torno de 3% dos valores medidos durante os 7 dias de medição o consumidor esteve submetido a tensões baixas, Observa-se, também, que o consumidor está

submetido a sobretensões em torno de 9% dos valores medidos, que certamente devem estar contribuindo para a degradação da qualidade do fornecimento de energia do consumidor. Os demais relatórios gráficos e de valores disponíveis (não apresentados neste trabalho), são relatórios que se juntam para tornar possível a análise final da medição e da definição de possível solução para o caso em andamento.

7. CONCLUSÃO

O trabalho, objetivou apresentar a iniciativa da Celesc da busca no mercado nacional de um aparelho registrador, de baixo custo, que atende-se a necessidade imediata da Celesc, no atendimento a solicitações de verificação de nível de tensão feita por consumidores, atendendo os critérios da Aneel no tocante aos prazos e duração destas medições no ponto de entrega de energia do consumidor.

O resultado, desta prática, reverteu na iniciativa dos próprios fabricantes da indústria nacional de fabricar um instrumento de medição, portátil, de instalação ao tempo, resultando na compra pela Celesc de número de aparelhos registradores, suficientes para atender necessidade imediata.

O aparelho MARH-V, apresentado neste trabalho, atende as principais características de concepção, de aplicação, de versatilidade e de adaptabilidade aos serviços de medição de tensão. Seu software apresenta relatório de saída, específico, para análise de percentual de violação de nível de tensão para cada fase individualizada, incluindo a distribuição da tensão das fases selecionadas.

Empresa: Centrais Elétricas de Santa Catarina

Estefano Ignatowicz

Rod. SC 403, Km 03 – Itacorubi
88034-900 – Florianópolis – SC – BR
Fax: 0(xx48) 231 5829 Telef: 0(xx48) 231 5805
Email: estefanoi@celesc.com.br